



Лабораторные работы



Расчет обеспечения прохода вагоном в сцепе по вертикальным кривым

Лабораторная работа №4

Лабораторная работа ориентирована на студентов, обучающихся по специальности "Подвижной состав железных дорог", с целью освоения методики расчета автосцепного устройства вагона

Команда "Универсального механизма" благодарит за помощь в разработке методических материалов **Антипина Дмитрия Яковлевича**, к.т.н., доцента кафедры "Подвижной состав железных дорог" Брянского государственного технического университета.

Консультант:

Д.Я. Антипин, к.т.н., доцент

Разработчики:

А.В. Сакало, к.т.н.

В.А. Сак, инженер

Оглавление

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	4
2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	5
3. ПРОВЕРКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОХОДА ВАГОНОМ В СЦЕПЕ ПО СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКЕ ...	6
4. ПРОВЕРКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОХОДА ВАГОНОМ В СЦЕПЕ ПО АППАРЕЛИ СЪЕЗДА ПАРОМА.....	9

1. Основные теоретические сведения

В соответствии с ГОСТ 33211–2014 обеспечение прохода вагоном в сцепе по вертикальным кривым проверяют для случаев:

- сортировочная горка с переломом профиля 55 ‰ между плоскостями подвижной и спускной частей, сопряженными вертикальной кривой радиусом 250 м;
- аппаратъ съезда парома с переломом профиля 40 ‰ и более.

Обеспечение прохода вагоном в сцепе по сортировочной горке и аппарату съезда парома проверяют по условию:

$$|\Delta S_{max}| \leq \Delta S_{доп} - \Delta h_{асц}, \quad (1.1)$$

где ΔS_{max} – максимальное относительное вертикальное перемещение автосцепок при проходе сцепом вагонов переломов профиля, м;

$\Delta S_{доп}$ – допускаемая по условиям отсутствия саморасцепа разность уровней продольных осей автосцепок, для автосцепки модели СА-3 по ГОСТ 32885 принимают: $\Delta S_{доп} = 0,18$ м при использовании хотя бы на одном из вагонов центрирующего прибора с жесткой опорой хвостовика автосцепки, $\Delta S_{доп} = 0,25$ м при использовании на обоих вагонах центрирующего прибора с упругой опорой хвостовика автосцепки и наличии кронштейна (ограничителя вертикальных перемещений);

$\Delta h_{асц}$ – начальная разность уровней осей автосцепок, принимают $\Delta h_{асц} = 0,10$ м, если иное не предусмотрено эксплуатационной документацией вагона.

2. Описание лабораторной работы

Лабораторная работа ориентирована на студентов железнодорожного направления с целью освоения методики расчёта автосцепного устройства вагона с помощью программного комплекса "Универсальный механизм" (ПК УМ). Для выполнения лабораторной работы используется готовая модель сцепа *simple_18_100_2Vehicles* из двух грузовых вагонов *simple_18_100_AC*, созданная при помощи встроенной в ПК УМ стандартной модели автосцепного устройства CA-3 AC_Standard. (Глава 17 руководства пользователя ПК УМ).

Цель работы: освоение методики расчёта прохода вагонов без саморасцепа по сортировочной горке и аппарели съезда парова в ПК УМ.

Модель сцепа *simple_18_100_2Vehicle* представлена на рис. 1.

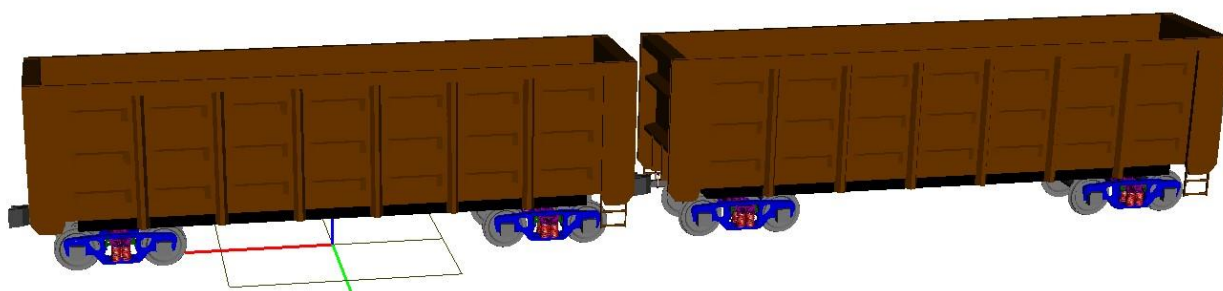


Рис. 1. Общий вид готовой модели сцепа в программе ввода **UM Input**

Расположение файлов модели сцепа из двух грузовых вагонов зависит от версии установленного на вашем компьютере ПК УМ:

– ПК УМ 2023 (ПК УМ 10), готовую модель можно найти в папке

[{Данные УМ}\samples\Rail_Vehicles\simple_18_100_2Vehicles](#)

– ПК УМ 9, готовую модель можно скачать по адресу

http://www.universalmechanism.com/download/models/simple_18_100x2.zip

Для версий ПК УМ, предшествующих девятой, модель недоступна.

Описание лабораторной работы выполнено с использованием ПК УМ 9. В ПК УМ последующих версий некоторые элементы интерфейса программы могут отличаться от приведенных в этом документе.

3. Проверка обеспечения прохода вагоном в сцепе по сортировочной горке

Выполним проверку прохода вагоном в сцепе по сортировочной горке с переломом профиля 55 ‰ между плоскостями надвижной и спускной частей, сопряженными вертикальной кривой радиусом 250 м.

1. Запустите программу **UM Simulation** с помощью **Пуск | Все программы | Универсальный механизм 9 | UM Simulation**.
2. Загрузите модель *simple_18_100_2Vehicles* из папки модели, выбрав пункт меню **Файл | Открыть** или воспользуйтесь горячей клавишей **F3**.
3. Загрузите подготовленную конфигурацию **lab_4** с помощью пункта меню **Файл | Загрузить конфигурацию**. Конфигурация включает в себя следующие настройки: файл макрогеометрии *gravity_hump.mcg*, соответствующий описанию сортировочной горки по ГОСТ 33211–2014, скорость экипажа 10 км/ч.

После загрузки конфигурации будут открыты три окна: одно анимационное и два графических – "*Вертикальное перемещение осей автосцепок сцепленных вагонов*" и "*Относительное вертикальное перемещение автосцепок*" (рис. 2, рис. 3).

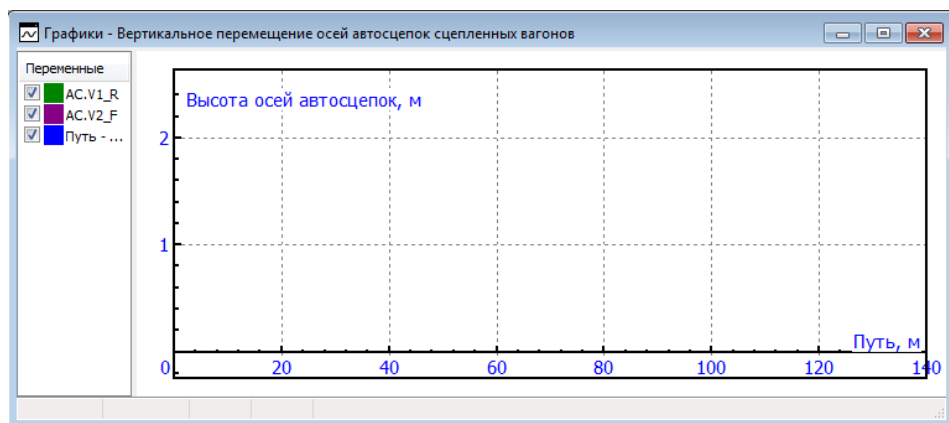


Рис. 2. Графическое окно "Вертикальное перемещение осей автосцепок сцепленных вагонов"



Рис. 3. Графическое окно "Относительное вертикальное перемещение автосцепок"


В графическом окне на рис. 2 переменные **АС.V1_R** и **АС.V2_F** – координаты вертикального перемещения относительно неподвижной системы координат *Base0* оси задней автосцепки (Rear) первого вагона **Vehicle1** и оси передней автосцепки (Front) второго вагона **Vehicle2** соответственно.

В графическом окне на рис. 3 переменная **АС.V1_R-АС.V2_F** отображает значение разности высот осей автосцепок **АС.V1_R** и **АС.V2_F** в текущий момент времени *t*. Переменные **+(S_доп-h_асц)** и **-(S_доп-h_асц)** представляют собой ограничение максимального допустимого относительного вертикального перемещения автосцепок при проходе сцепом вагонов перелома профиля. Используемая модель автосцепки СА-3 включает центрирующий прибор (Глава 17, п. 17.3.4), в соответствии с ГОСТ 32885 допускаемая разность уровней продольных осей автосцепок **S_доп** принимается равной **0,25** м. Начальная разность уровней осей автосцепок **h_асц** принимается **0,1** м, тогда выражение **S_доп-h_асц** равняется **0.15** м.

Перейдём к процессу моделирования. Для этого выполните следующие действия:

1. Выберите пункт меню **Анализ | Моделирование** или нажмите горячую клавишу **F9**. После этого появится окно **Инспектора моделирования объекта**.
2. Нажмите кнопку **Интегрирование** и наблюдайте за процессом в анимационном и графических окнах.

Вертикальный профиль пути сортировочной горки показан на рис. 4.

Замечание. Вертикальный профиль пути и его описание можно посмотреть в окне **Инспектора моделирования объекта** на вкладке **Ж.-д. экипаж | Путь | Макрогеометрия**, нажав на кнопку **Показать**  (рис. 7) в графе **Файл макрогеометрии пути**.

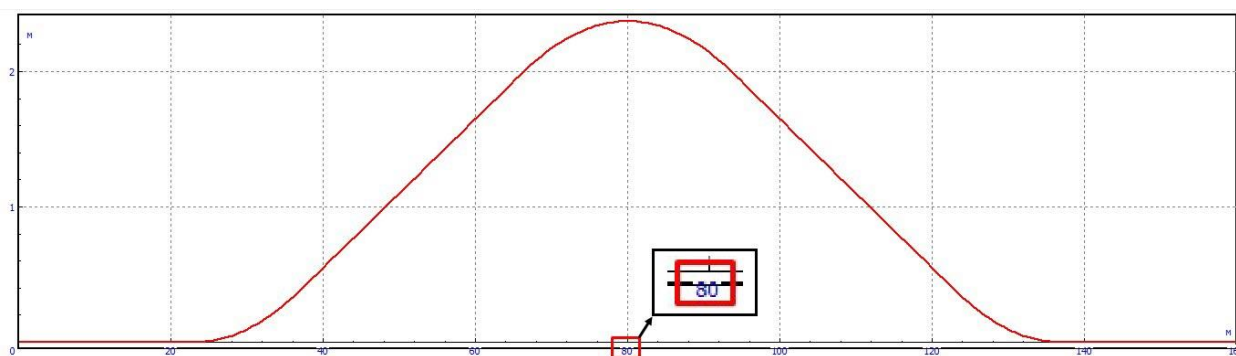


Рис. 4. Вертикальный профиль пути сортировочной горки

Полученные результаты представлены на рис. 5 и рис. 6. Максимальное значение разности высот осей автосцепок получено на плоскости спускной части сортировочной горки после прохождения сцепом перелома профиля на отметке 80 м.

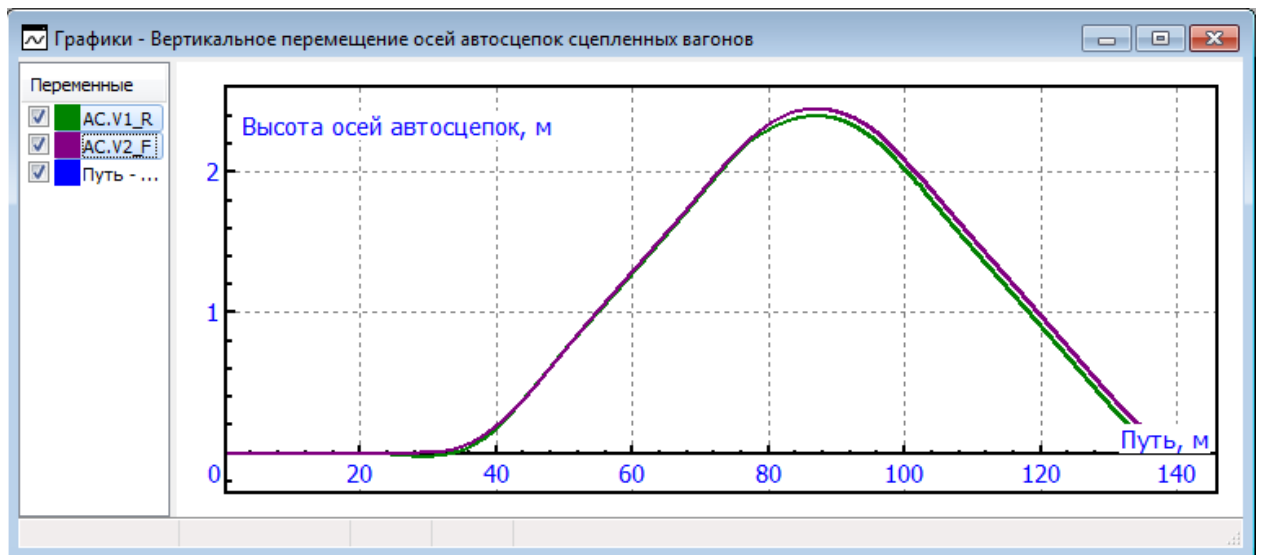


Рис. 5. Вертикальное перемещение автосцепок сцепленных вагонов при прохождении сортировочной горки

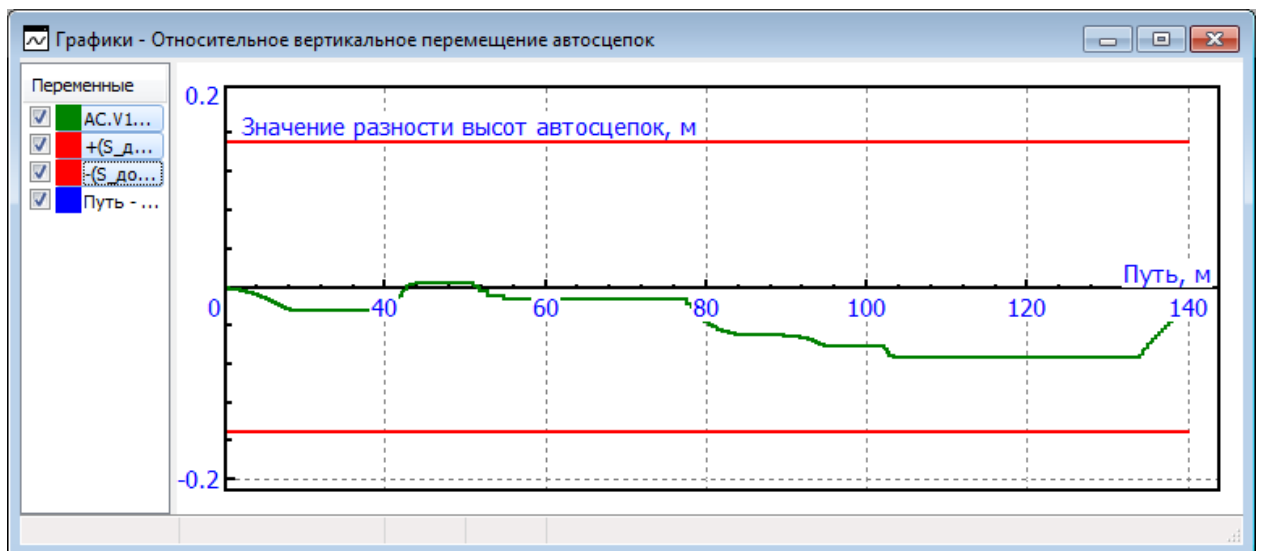




Рис. 6. Разность высот автосцепок при прохождении сортировочной горки

1. В режиме паузы процесса моделирования откройте табличный процессор, нажав на кнопку  "Табличный процессор" или с помощью пункта меню **Инструменты | Табличный процессор**.
2. Перетащите переменную **АС.V1_R-АС.V2_F** из графического окна *Относительное вертикальное перемещение автосцепок* в табличный процессор и выберите функцию **MaxAbs**.

Максимальное значение разности высот **АС.V1_R-АС.V2_F** составляет **0,07** м, что меньше максимального допустимого относительного вертикального перемещения автосцепок **S_{доп-h_{асц}}**, равного **0,15** м, следовательно, проход сцепа *simple_18_100_2Vehicles* по сортировочной горке с переломом профиля **55 %** и радиусом вертикальной кривой **250** м обеспечен, вагон пройдёт без саморасцепа.

4. Проверка обеспечения прохода вагоном в сцепе по аппарели съезда парома

Выполним проверку прохода вагоном в сцепе по аппарели съезда парома с переломом профиля **40 %**. Для этого необходимо загрузить подготовленный файл макрогеометрии.

1. В окне **Инспектора моделирования объекта** перейдите на вкладку **Ж.-д. экипаж | Путь | Макрогеометрия** и в графе **Файл макрогеометрии пути** нажмите кнопку **Прочитать из файла**  (рис. 7).

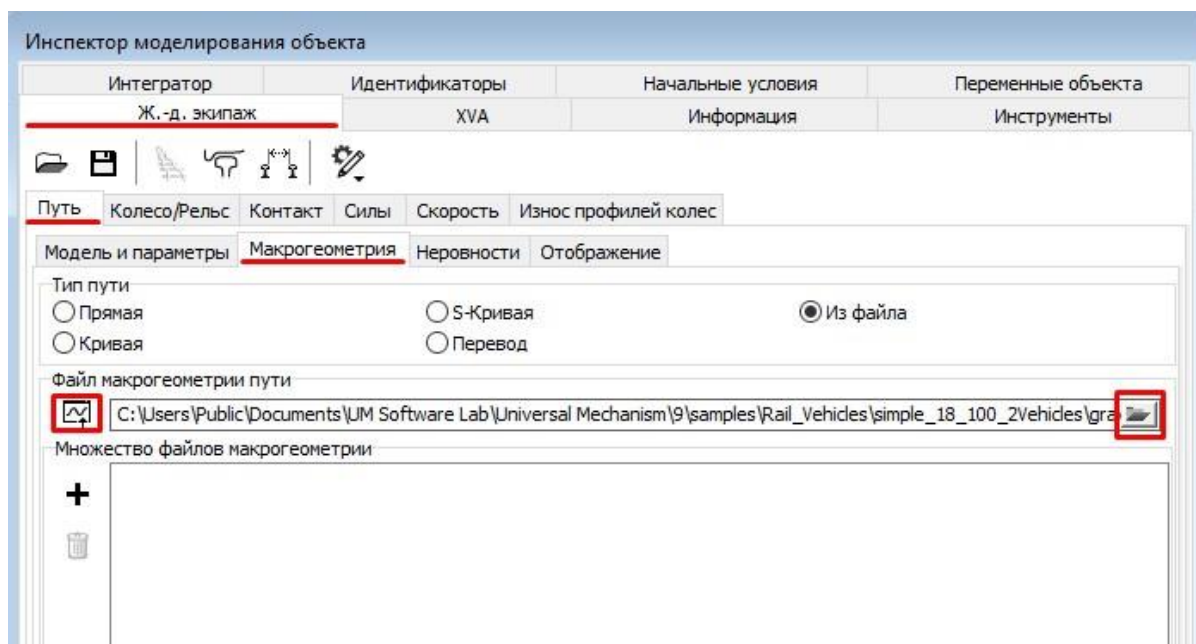



Рис. 7. Загрузка файла макрогеометрии пути

2. Из списка файлов выберите *approach_ramp.msg* и нажмите **Открыть**. После этого будет загружен файл макрогеометрии.
3. Нажмите кнопку **Показать** , чтобы посмотреть вертикальный профиль кривой (рис. 8).

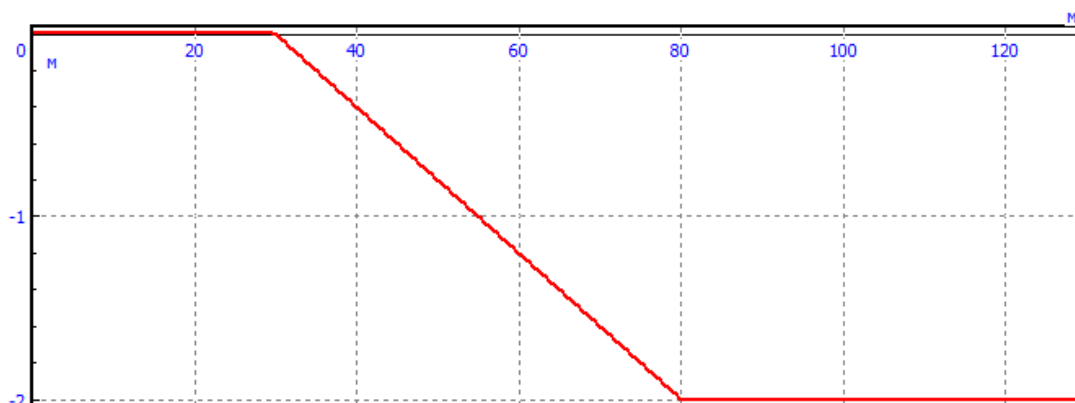


Рис. 8. Вертикальный профиль пути аппарели съезда парома

Можно переходить к процессу моделирования. В окне **Инспектора моделирования объекта** нажмите кнопку **Интегрирование** и наблюдайте за процессом. Результаты моделирования представлены на рис. 9 и рис. 10.

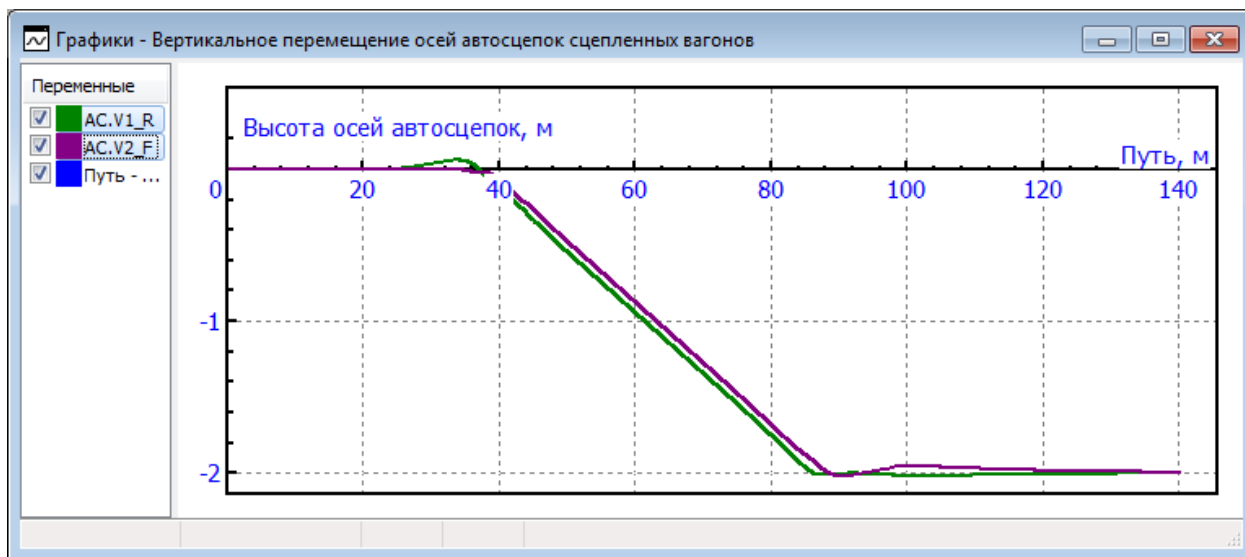


Рис. 9. Вертикальное перемещение автосцепок сцепленных вагонов при прохождении аппарели съезда парома

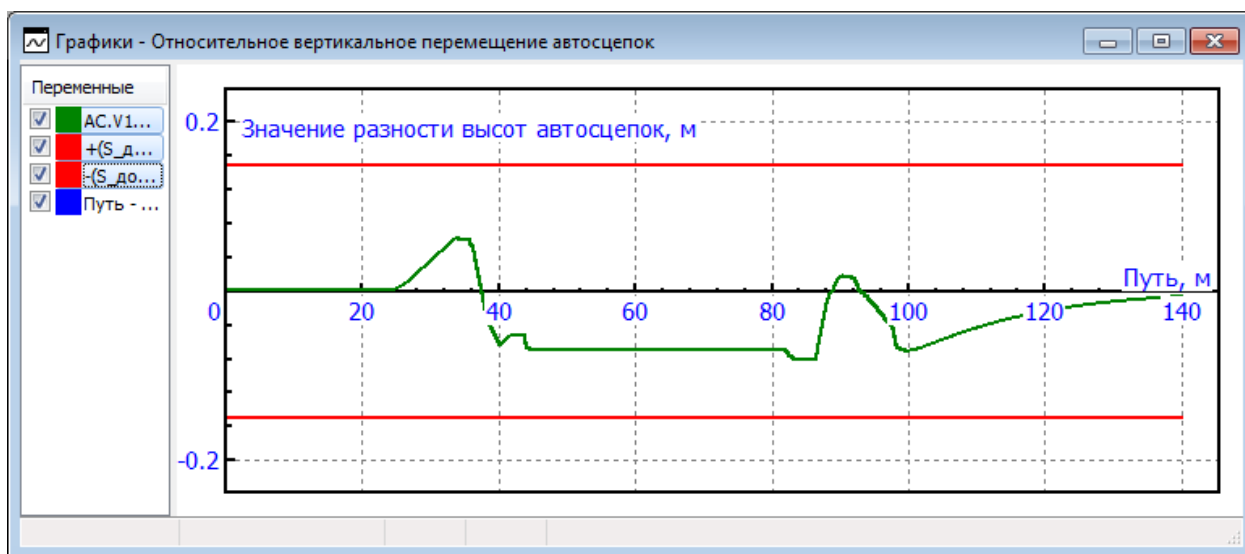



Рис. 10. Разность высот автосцепок при прохождении аппарели съезда парома

Определим максимальное значение разности высот автосцепок.

1. В режиме паузы процесса моделирования откройте табличный процессор.
2. Перетащите переменную **AC.V1_R-AC.V2_F** в табличный процессор и выберите функцию **MaxAbs**.

Максимальное значение разности высот **AC.V1_R-AC.V2_F** составляет **0,08 м**, что меньше максимального допустимого относительного вертикального перемещения автосцепок **S_{доп-h_{асц}}**, равного **0,15 м**, следовательно, проход сцепа *simple_18_100_2Vehicles* по аппарели съезда парома с переломом профиля **40 %** обеспечен.

Изменим значение перелома профиля аппарата на **55 %** и проверим, будет ли обеспечен проход сцепа *simple_18_100_2Vehicles* в данном случае. Изменим файл макрогеометрии вертикального профиля пути *approach_ramp.mcg*. Для этого выполните следующие действия:

1. В окне инспектора моделирования объекта вернитесь на вкладку **Ж.-д. экипаж | Путь | Макрогеометрия**. В графе **Файл макрогеометрии** пути нажмите кнопку **Показать**  (см. рис. 7).
2. В появившемся окне **Макрогеометрия** в описании вертикального профиля пути двойным щелчком левой кнопкой мыши откройте описание второго участка профиля (рис. 11).

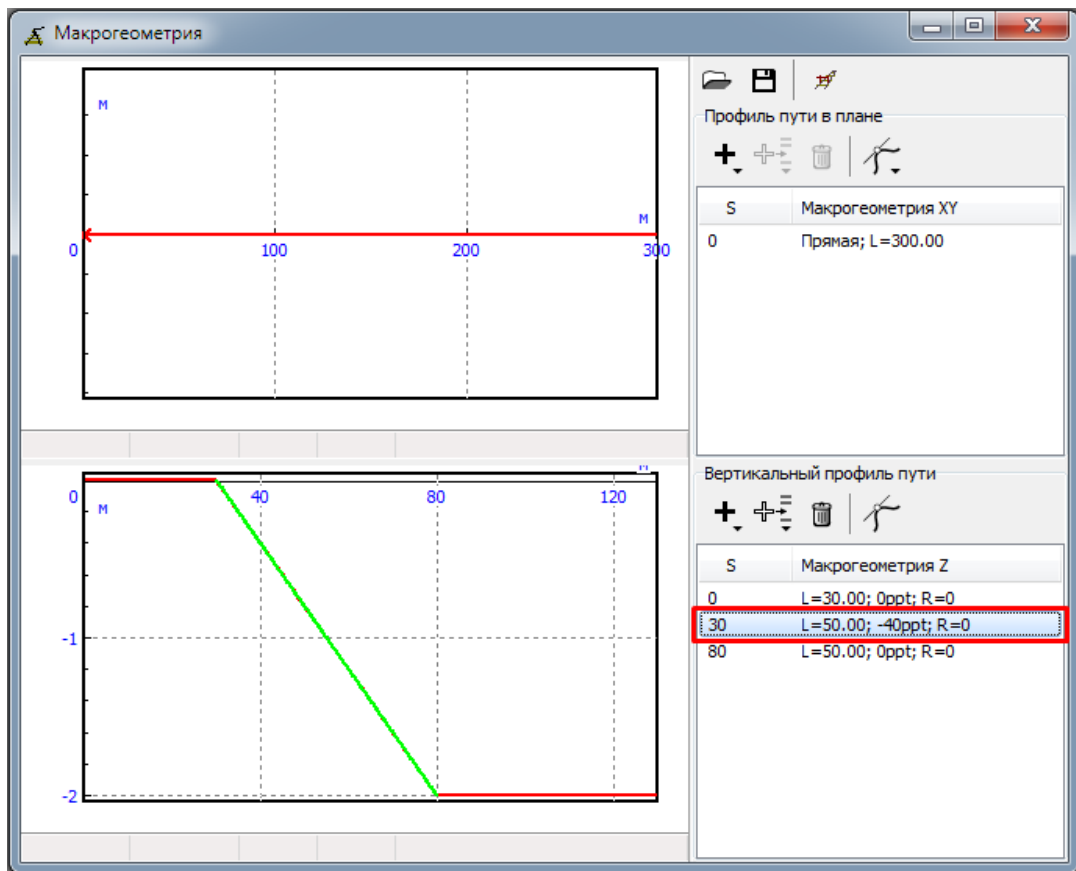


Рис. 11. Окно редактора макрогеометрии пути

3. После этого откроется окно **Уклон**, в котором описан второй участок пути (рис. 12).

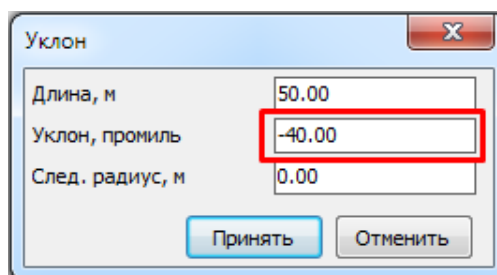


Рис. 12. Изменение вертикального профиля пути

4. В поле **Уклон, промилль** поменяйте значение **-40** на **-55** (рис. 12) и нажмите кнопку **Принять**.
5. В окне **Макрогеометрия** нажмите кнопку **Заккрыть**. После этого появится диалоговое окно подтверждения внесенных изменений в файл макрогеометрии *approach_ramp.mcg* (рис. 13). Нажмите **Да**, макрогеометрия пути будет перестроена.

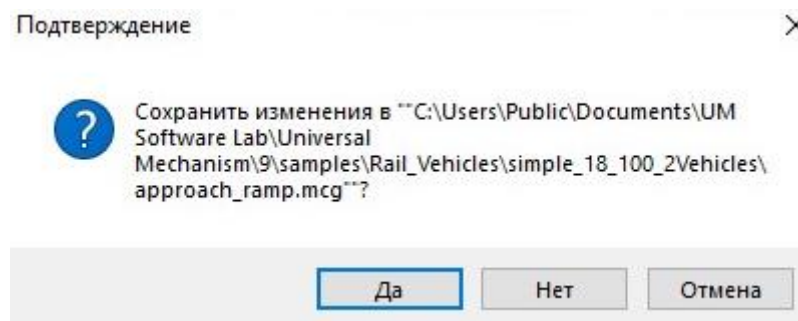


Рис. 13. Окно подтверждения внесенных изменений в файл макрогеометрии

6. Перейдём к процессу моделирования. Нажмите кнопку **Интегрирование** и дождитесь завершения моделирования.
7. После окончания процесса моделирования обработайте результаты в табличном процессоре, как было выполнено для предыдущего расчёта.

Максимальное значение разности высот **AC.V1_R-AC.V2_F** составляет **0,097** м, что меньше максимального допустимого относительного вертикального перемещения автоцепок **S_доп-h_асц**, равного **0,15** м, следовательно, проход сцепа *simple_18_100_2Vehicles* по аппарели съезда паромом с переломом профиля **55 %** обеспечен.

Самостоятельно измените отрицательное значение уклона вертикального участка профиля макрогеометрии на положительное и смоделируйте въезд сцепа вагонов на аппарель. Проверьте, будет ли обеспечен проход вагона без саморасцепки для данного случая, сравните полученные результаты с вариантом съезда сцепа по аппарели.