ОДМ 218.2.072-2016

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЦЕНКЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И УРОВНЕЙ ЗАГРУЗКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «Институт экономико-математических методов в дорожно-транспортных исследованиях» (ООО «ИНЭМДорТранс»).

Коллектив авторов: к.т.н, проф. Ерёмин В.М., к.т.н. Бадалян А.М.

2. ВНЕСЕН Управлением строительства и эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства

3. ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 07.06.2016. № 975-р.

4. ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

Раздел 1 Область применения 1
Раздел 2 Нормативные ссылки 1
Раздел 3 Термины и определения 2
Раздел 4 Общие положения метода компьютерного моделирования транспортных потоков 2
Раздел 5 Основные факторы, влияющие на пропускную способность автомобильных дорог 5
Раздел 6 Коэффициенты приведения различных типов автомобилей к легковому. 6
Раздел 7 Подготовка исходной информации 7
Раздел 8 Процедура расчета пропускной способности и уровней загрузки перегонов автомобильных дорог 10
Раздел 9 Выходная информация. 10
Приложение А Описание интерфейса Программы и работы с ним (инструкция пользователя) 12
Приложение Б Формат исходной информации, вводимой в автоматическом режиме 21

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И УРОВНЕЙ ЗАГРУЗКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Раздел 1 Область применения

Настоящий ОДМ определяет и разъясняет методы оценки пропускной способности и уровней загрузки перегонов автомобильных дорог на основе компьютерного моделирования движения автомобилей.

ОДМ рекомендуется к применению при проектировании новых, реконструкции, ремонте и эксплуатации существующих автомобильных дорог общего пользования, а также при разработке нормативных документов в качестве инструмента оценки пропускной способности и уровней загрузки перегонов автомобильных дорог.

Раздел 2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования

ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог

ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования

СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги

ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М., 2012 г.

Раздел 3 Термины и определения

В настоящем ОДМ применены следующие термины и соответствующими определениями:

1 перегон участка дороги (перегон): Участок дороги, начало и конец которого расположены между двумя соседними пересечениями (примыканиями) данной дороги.

2 интенсивность движения: Число автомобилей, проходящих в единицу времени через определенное сечение дороги.

3 пропускная способность перегона (участка дороги): Максимальное число автомобилей, которое может пропустить данный участок в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодно-климатических условиях.

4 состав движения: **П**оказатель транспортного потока, характеризующий наличие в нем различных типов транспортных средств.

5 уровень загрузки участка дороги: Отношение интенсивности движения к пропускной способности данного участка дороги.

6 дорожные условия: Совокупность геометрических параметров, транспортно-эксплуатационных качеств дороги, дорожных покрытий, элементов обустройства и обстановки.

7 система «водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда» (ВАДС): Фрагмент сети автомобильных дорог или сеть в целом (реальный или виртуальный) с движущимися по нему АТС.

Раздел 4 Общие положения метода компьютерного моделирования транспортных потоков

4.1 Объектом моделирования является сложная система «водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда» (ВАДС).

На основе априорной и эмпирической информации строится микроописание системы ВАДС (имитационная модель системы), т.е. набор моделей поведения отдельных элементов системы, механизмов их взаимодействия между собой и их реакций на поступающие извне сигналы. Затем с имитационной моделью системы проводятся серии компьютерных экспериментов, по результатам которых делаются выводы о характеристиках функционирования исследуемой системы ВАДС.

4.2 Принципы компьютерного моделирования системы ВАДС.

4.2.1 Моделируемая реальная система ВАДС представляет собой открытую динамическую систему, состоящую из конечного числа элементов (автомобилей), движущихся в некоторой заданным образом организованной области (элементы улично-дорожной сети и их характеристики, схема организации движения и т.д.). Извне в систему могут поступать входные сигналы (в частности, о временах въезда на исследуемый участок новых автомобилей, их типов, технических характеристиках и др.). Времена поступления и вид поступающих в систему входных сигналов подчиняются определенным (обычно, вероятностным) законам.

4.2.2 Каждый элемент характеризуется конечным набором атрибутов, которые изменяются во времени. Так, автомобиль в каждый момент времени описывается следующими параметрами: положением на дороге (координаты определенных точек), курсовой угол, линейная скорость, ускорение (замедление), скорость и направление поворота рулевого колеса, номер передачи коробки перемен передач и др.

В качестве основной рабочей гипотезы при разработке микроописания ВАДС принята следующая: в процессе функционирования системы функция изменения любого параметра любого элемента изменяется скачкообразно в дискретные моменты

времени и остается непрерывной в промежутках между скачками. Суть данной гипотезы заключается в том, что скачкообразное изменение параметров системы не является спонтанным, а обусловлено определенной причиной.

4.2.3 Варьируемыми факторами в разработанных имитационных моделях являются следующие:

1) дорожные факторы (геометрические параметры продольного и поперечного профиля дороги, характеристики дорожного покрытия, расстояние видимости и др.);

2) схема организации дорожного движения (наличие различных дорожных знаков, дорожной разметки, светофоров и др.);

3) параметры транспортного потока (интенсивность движения, состав транспортного потока);

4) характеристики отдельных автомобилей в составе транспортного потока (тип автомобиля, параметры двигателя и трансмиссии, габаритные и весовые параметры, возраст автомобиля, коэффициенты обтекаемости, сопротивления качению шин и др.);

5) характеристики водителей (тип водителя - осторожный, нормальный, агрессивный, время реакции водителя, дисциплинированность водителя по отношению к соблюдению тех или иных правил дорожного движения, желаемая скорость и др.).

4.3 На основе описанной методологии разработано программное обеспечение «Расчет пропускной способности перегонов автомобильных дорог» (ниже по тексту – Программа), позволяющее проводить оценку пропускной способности и уровней загрузки перегонов автомобильных дорог.

Раздел 5 Основные факторы, влияющие на пропускную способность автомобильных дорог

Основными влияющими факторами на пропускную способность в данной методике приняты следующие.

5.1 Характеристики дорожных условий и диапазоны их изменения:

- количество полос по направлению движения (1, 2, 3 и более);
- радиус кривой в плане (50 ÷ 1000 м);
- продольный уклон (-100 ÷ 100 ‰);
- коэффициент сцепления (0,15 ÷ 0,60);
- ширина полосы движения (2,5 ÷ 3,75 м);
- ширина обочины (0 ÷ 3,75 м);
- ровность дорожного покрытия (50 ÷ 400 см/км по ТХК-2);
- видимость (50 ÷ 1000 м).

Диапазоны изменения влияющих факторов определены с учетом требований ГОСТ Р 52398-2005, ГОСТ Р 52399-2005, ГОСТ Р 52766-2007, СНиП 2.05.02-85.

5.2 Характеристики транспортного потока:

5.2.1 Интенсивность движения транспортного потока по направлению, авт/ч; диапазон изменения: 0 авт/ч ÷ пропускная способность.

5.2.2 Состав движения, %:

- легковые,
- легкие грузовые, грузоподъемностью до 2 т;
- средние грузовые, грузоподъемностью до 6 т;
- тяжелые грузовые, грузоподъемностью до 14 т;
- сверхтяжелые грузовые, грузоподъемностью свыше 14 т;
- средние автопоезда, грузоподъемностью до 12 т;
- тяжелые автопоезда, грузоподъемностью до 20 т;
- сверхтяжелые автопоезда, грузоподъемностью до 30 т;

- автобусы.

Градация по составу транспортных потоков проводилась согласно ОДМ 218.2.020-2012.

5.3 Предлагаемая методика предназначено для оценки влияния перечисленных дорожных факторов на пропускную способность и уровни загрузки перегонов автомобильных дорог.

Раздел 6 Коэффициенты приведения различных типов автомобилей к легковому

6.1 Методика позволяет оценивать пропускную способность автомобильной дороги как в физических, так и в приведенных к легковому автомобилю единицах. Для оценки пропускной способности в приведенных к легковому автомобилю единицах вводятся коэффициенты приведения.

6.2 Коэффициенты приведения различных типов автомобилей к легковому были определены на основании результатов компьютерных экспериментов (таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты приведения различных типов автомобилей к легковому

Тип автомобиля	Грузо-подъемность	Значение коэффициента приведения
Легковые и		1,0
Легкие грузовые	до 2 т	1,34
Средние грузовые	до 6 т	1,53
Тяжелые грузовые	до 14 т	2,06
Сверхтяжелые грузовые	свыше 14 т	2,63
Средние автопоезда	до 12 т	2,81
Тяжелые автопоезда	до 20 т	3,3
Сверхтяжелые автопоезда	до 30 т	3,7
Автобусы		2,25

Раздел 7 Подготовка исходной информации

7.1 Форма задания исходной информации об исследуемом участке дороги.

7.1.1 Элементарный участок автомобильной дороги.

Под элементарным участком автомобильной дороги понимается такой участок, на всей протяженности которого остаются неизменными следующие его параметры:

- радиус кривой в плане;
- продольный уклон;
- коэффициент сцепления;
- количество полос движения;
- ширина проезжей части (полос движения);
- ширина обочины;
- ровность дорожного покрытия;
- видимость.

Элементарный участок характеризуется длиной и набором конкретных значений упомянутых характеристик.

7.1.2 Разбивка исследуемого участка автомобильной дороги на элементарные участки.

Для моделирования исследуемого участка дороги и проведения имитационного эксперимента требуется его разбить на элементарные участки.

Такую разбивку удобно выполнять следующим образом. Выбирается один из влияющих факторов. На исследуемом участке дороги отмечаются поперечные сечения, где изменяются значения данного фактора. В результате исследуемый участок дороги разбивается на подучастки, в каждом из которых значение данного фактора остается неизменным. Затем эта же процедура последовательно проводится для каждого из остальных

влияющих факторов. Пересечение полученных таким образом подучастков и составляет набор элементарных участков исследуемого участка дороги.

Нумерация участков идет от начала исследуемого участка дороги до конца.

По необходимости, например для фиксации начала или конца километрового участка, один и тот же элементарный участок можно разбить на два или более участков.

Пример формы задания разбиения исследуемого участка автомобильной дороги на элементарные участки приведена в таблице 2. В случае, когда участок дороги прямолинейный, в графе «Радиус в плане» следует записать «99999».

7.2 Форма задания исходной информации о характеристиках транспортного потока.

7.2.1 К исходной информации о характеристиках транспортного потока относятся:

- интенсивность движения в физических единицах;
- состав движения, в соответствии с п. 5.2.2;
- коэффициенты приведения к легковому автомобилю рекомендуются задавать согласно таблице 1; предусмотрено задание любых других значений коэффициентов приведения через интерфейс Программы.

7.3 Программа предусматривает ввод исходных данных в диалоговом режиме через интерфейс Программы или экспортированием через заранее подготовленный файл формата Excel (Приложение А).

Т а б л и ц а 2 - Пример формы задания разбиения исследуемого участка автомобильной дороги на элементарные участки

№п/п	Длина, м	Радиус в плане, м	Продольный уклон, ‰	Ширина полосы, м	Ширина обочины, м	Ровность, см/км	Направление движения	Видимость, м	Направление движения
1	200	800	0	3,75	1,5	160	0,45	1000	прямо
2	200	99999	0	3,75	1,5	120	0,45	1000	прямо
3	100	99999	30	3,75	1,5	120	0,45	1000	прямо
4	120	400	30	3,75	1,5	150	0,45	1000	прямо
5	50	99999	50	3,75	1,5	150	0,42	1000	прямо
6	140	99999	40	3,75	1,5	140	0,42	1000	прямо
1	140	99999	-40	3,75	1,5	140	0,42	1000	обратно
2	50	99999	-50	3,75	1,5	150	0,42	1000	обратно
3	120	400	-30	3,75	1,5	150	0,45	1000	обратно
4	100	99999	-30	3,75	1,5	120	0,45	1000	обратно
5	200	99999	0	3,75	1,5	120	0,45	1000	обратно
6	200	800	0	3,75	1,5	160	0,45	1000	обратно

Раздел 8 Процедура расчета пропускной способности и уровней загрузки перегонов автомобильных дорог

8.1 Процедура расчета пропускной способности и уровней загрузки перегонов автомобильных дорог состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Разбивка исследуемого участка на элементарные участки согласно п. 7.1.2.

Шаг 2. Подготовка исходной информации по каждому элементарному участку (таблица 2).

Шаг 3. Подготовка исходной информации о характеристиках транспортного потока согласно п. 7.2.1.

Шаг 4. Ввод исходной информации, полученной на предыдущих шагах в компьютер с использованием интерфейса согласно Приложению А.

Шаг 5. Прежде чем запустить Программу на счет необходимо определиться с формой выходной информации. Для этого в меню «**Отчет**» требуется отметить конкретную форму выходной информации согласно п.п. *А3.1, А3.2.*

Шаг 6. Запуск Программы нажатием кнопки «**Расчет показателей**».

8.2. Исходную информацию можно вводить в автоматическом режиме через меню «**Файл**» - «**Загрузить данные**» предварительно оформив ее в виде файла формата Excel (Приложение Б).

Раздел 9 Выходная информация

9.1 Программа выдает выходную информацию (отчет) двух видов: краткий и подробный отчеты.

9.1.1 Краткий отчет содержит основную выходную информацию об исследуемом участке дороги в целом (рисунок А.6 Приложения А).

9.1.2 Подробный отчет содержит как входную, так и выходную информацию о каждом элементарном участке исследуемого перегона (рисунок А.7 Приложения А).

Приложение А

Описание интерфейса Программы и работы с ним (инструкция пользователя)

А.1 Для определения пропускной способности перегонов автомобильных дорог и уровня загрузки разработано программное обеспечение **«Расчет пропускной способности перегонов автомобильных дорог»** (далее Программа), включающее дружественный интерфейс.

Программа создана в среде разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 6.0 на объектно-ориентированном языке программирования С++.

Требования к оборудованию для полноценного функционирования Программы:

- тип процессора: Pentium III или выше;
- бысмтродействие: минимум 600 МГц (рекомендуется 1 ГГц и выше);
- опреативная память: минимум 512 Мб.

А.2 Описание ввода исходной информации.

А.2.1 При запуске Программы появляется основное окно интерфейса (рисунок А.1). Ниже приводится последовательное описание его составляющих.

А.2.2 Ввод исходной информации о характеристиках исследуемого участка дороги осуществляется с основного окна «Значения дорожных факторов по каждому элементарному участку» Программы. На рисунке А.2 приведен пример ввода исходной информации об участке, состоящего из 5 элементарных участков в прямом и обратном направлении.

А.2.3 Ввод информации о направлении и количестве полос в каждом направлении осуществляется с окна «Направление и количество движения» (рисунок А.3).

А.2.4 Ввод информации о транспортных потоках осуществляется с окна «Характеристики транспортного потока» (рисунок А.4).

А.2.5 Ввод информации о коэффициентах приведения различных типов автомобилей к легковому осуществляется с окна «Коэффициенты приведения». На рисунке А.5 приведены рекомендуемые значения коэффициентов приведения, которые по умолчанию автоматически используются в расчетах.

А.3 Описание форм выходной информации.Выходная информация осуществляется через кнопку меню «Отчет» и в зависимости от пожеланий Пользователя может формироваться в двух видах: краткий отчет и подробный отчет.

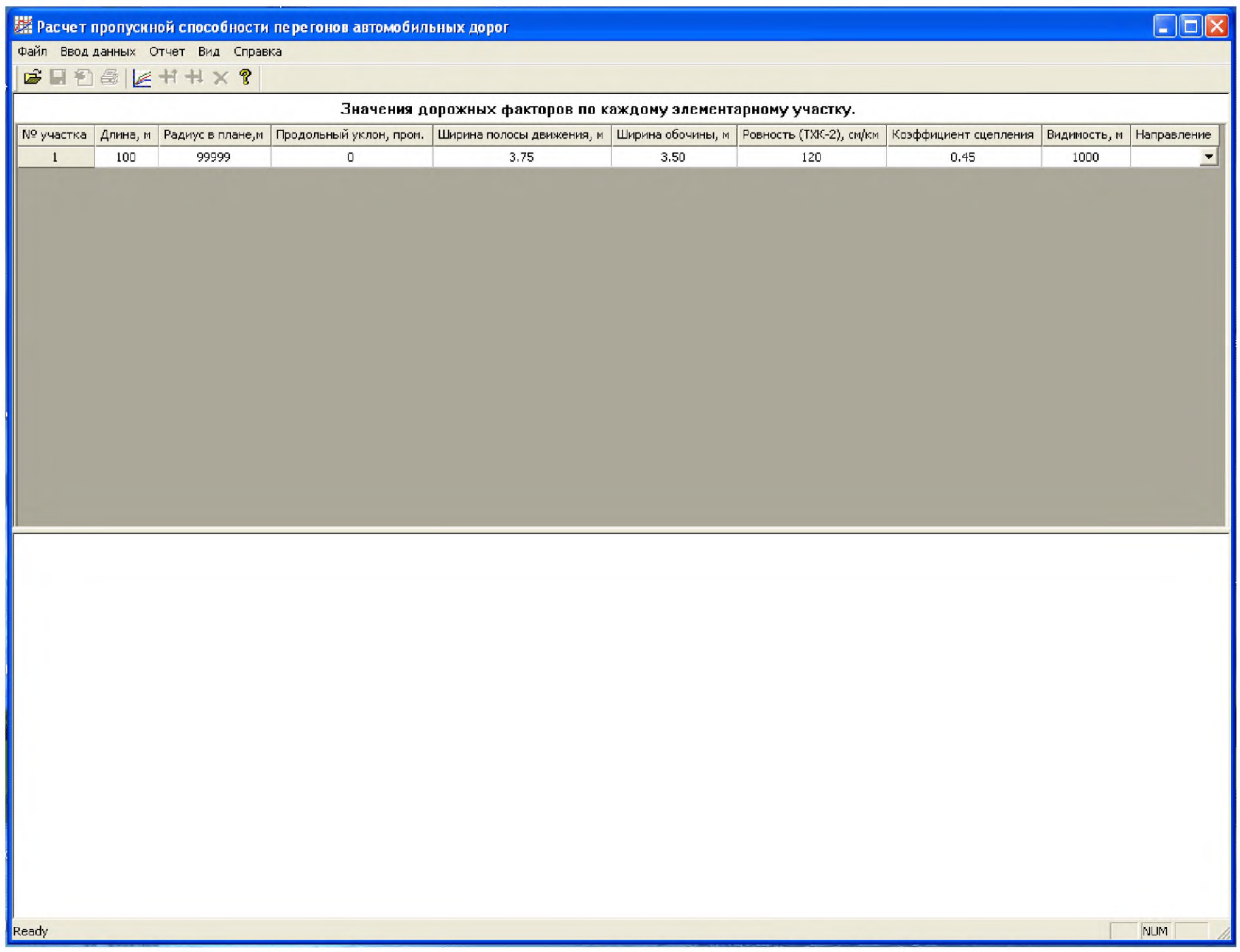


Рисунок А.1 - Основное окно интерфейса Программы

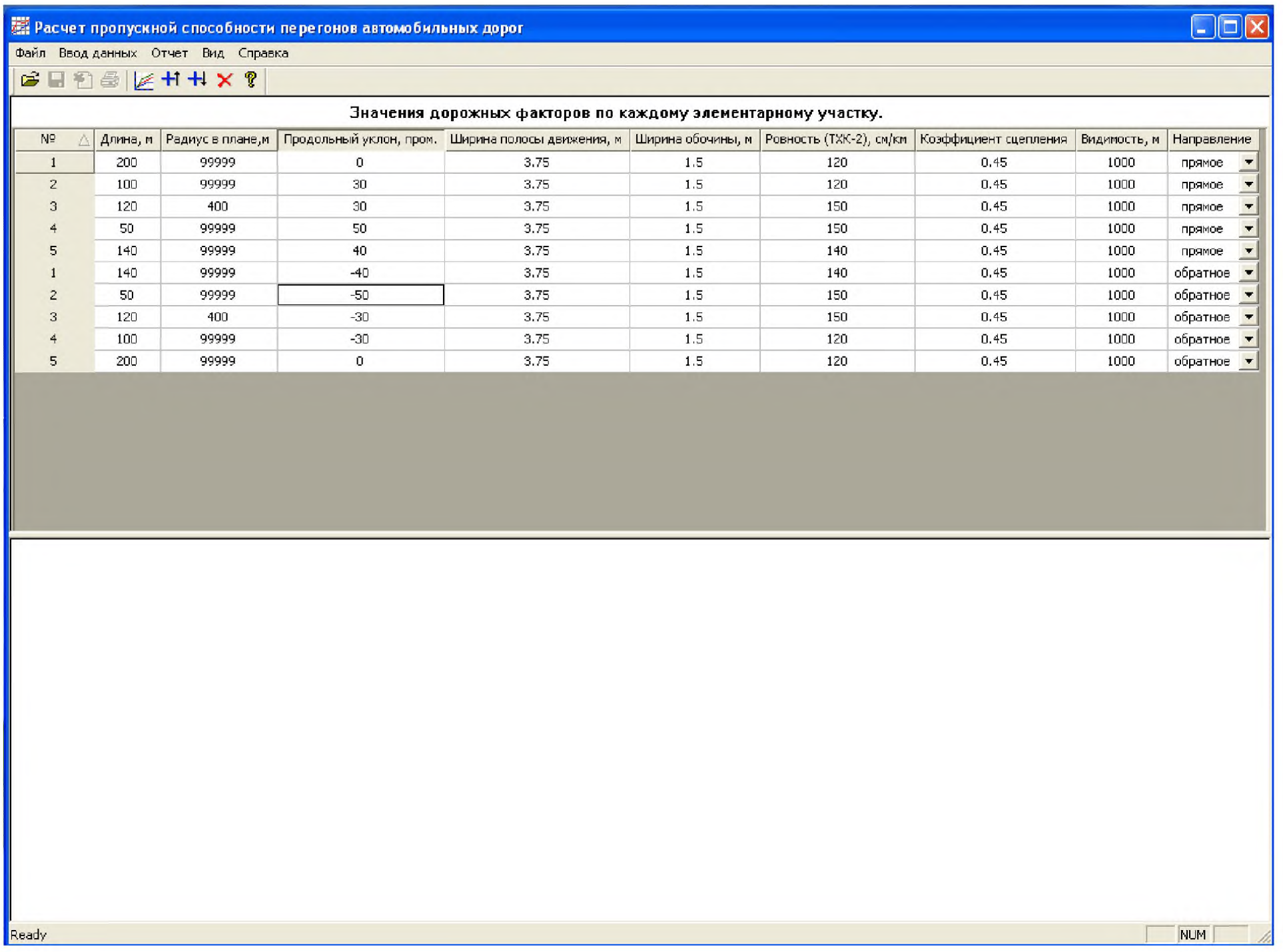


Рисунок А.2 - Пример ввода исходной информации о характеристиках исследуемого участка дороги

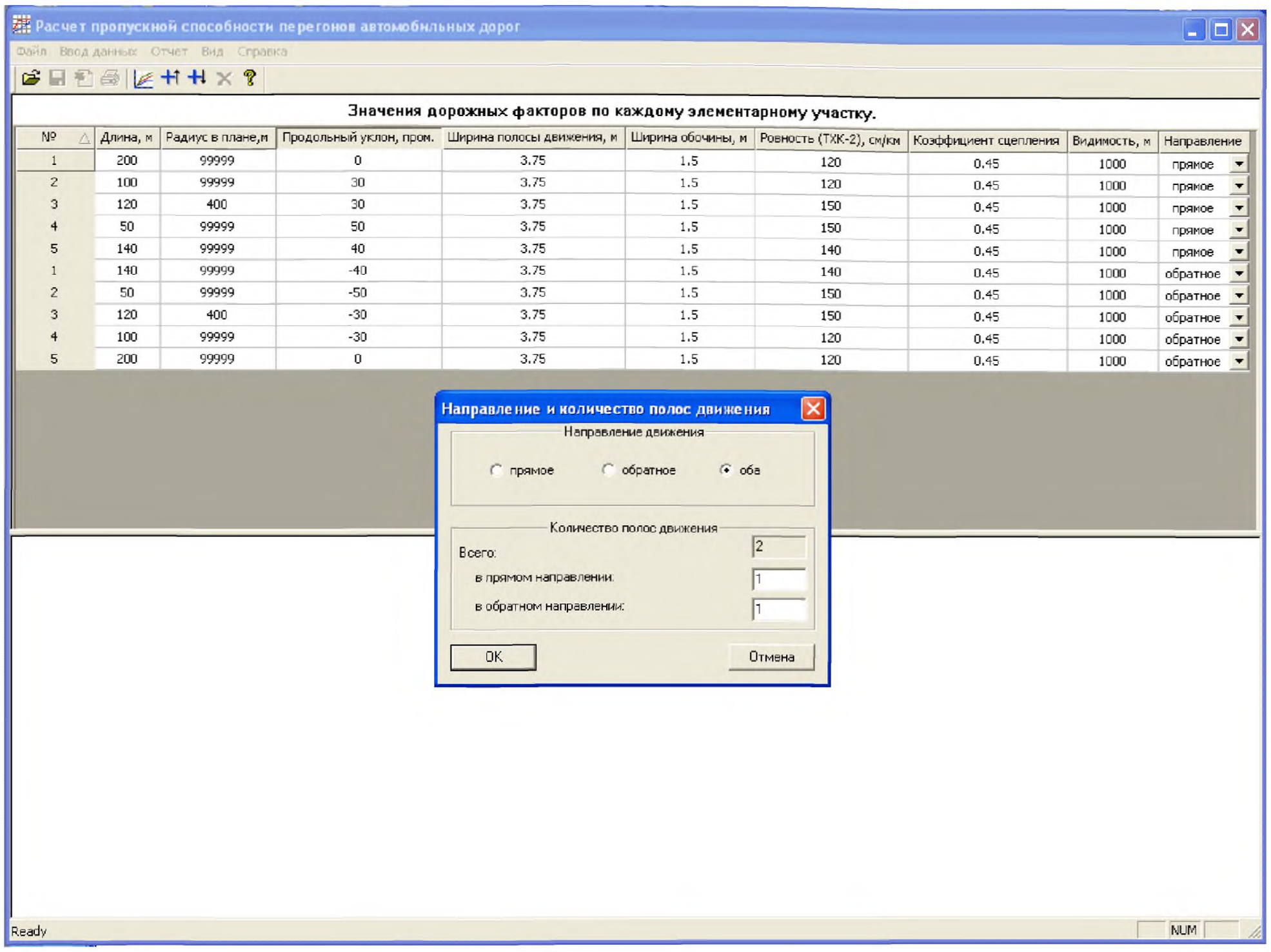


Рисунок А.3 - Пример ввода исходной информации о направлении и количестве полос движения

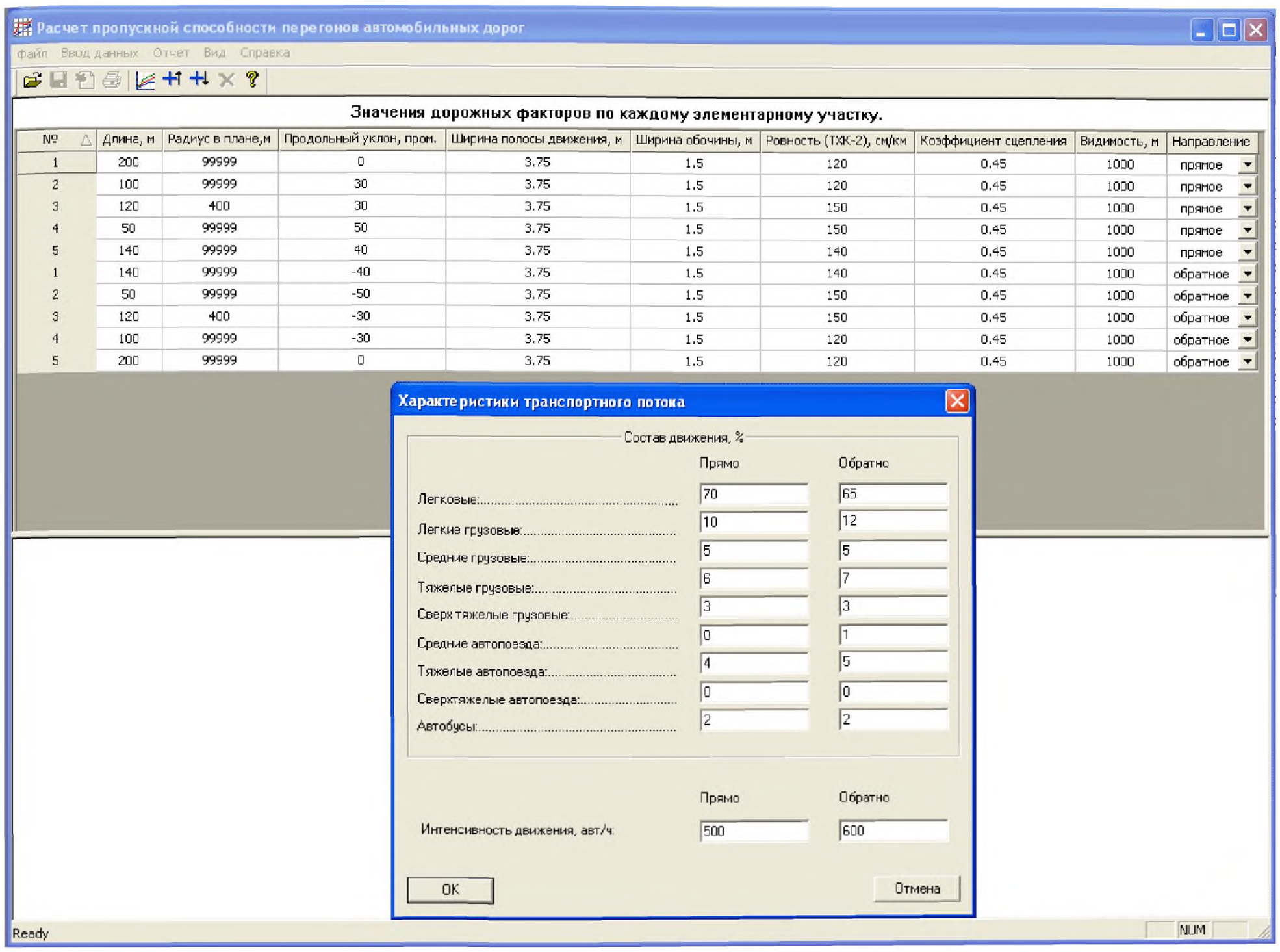


Рисунок А.4 - Пример ввода исходной информации о характеристиках транспортного потока

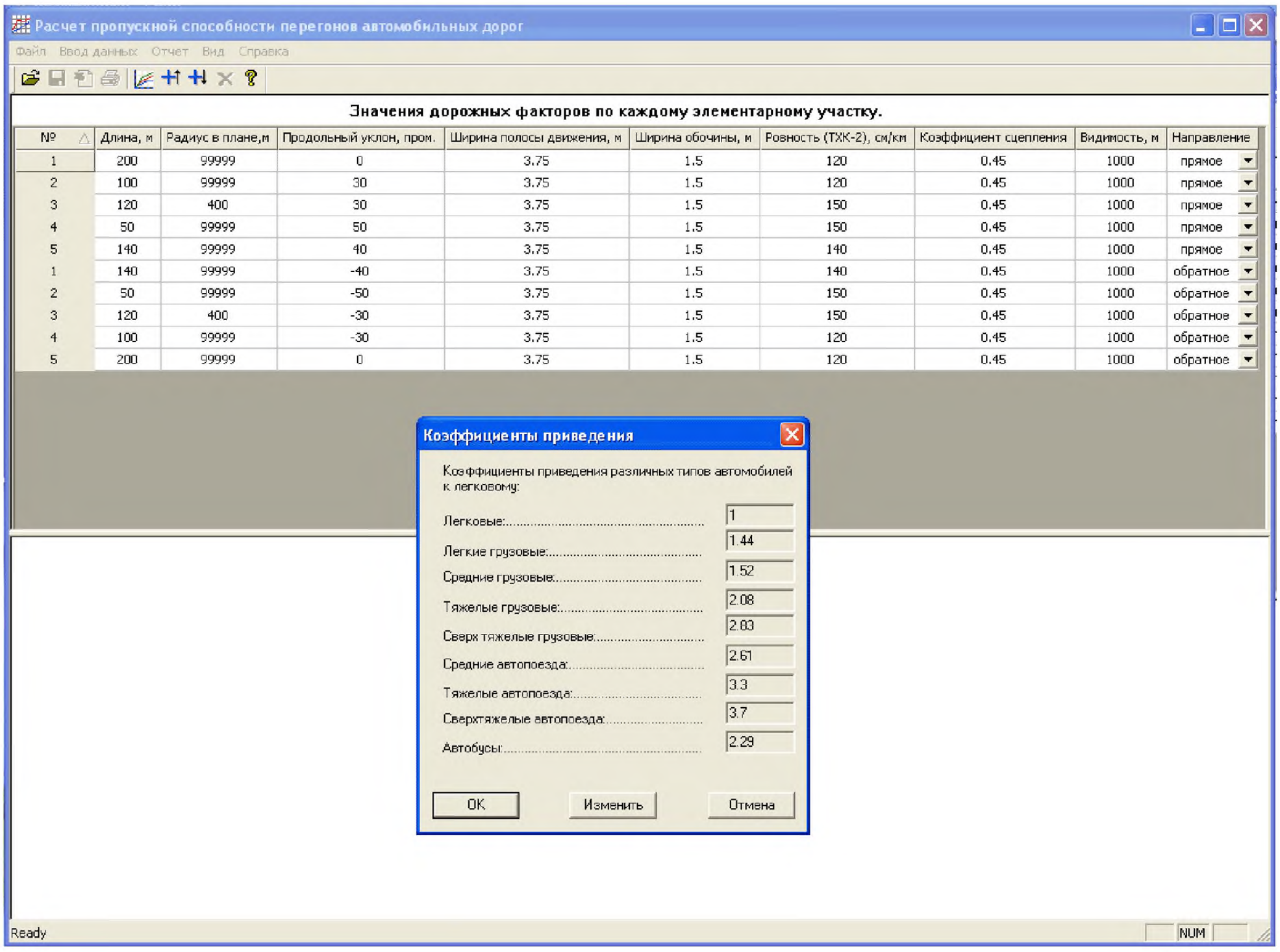


Рисунок А.5 - Пример ввода исходной информации о коэффициентах приведения

А.3.1 Пример краткого отчета представлен на рисунке А.6 и включает в себя:

- пропускную способность в физических единицах (авт/ч);

- пропускную способность в приведенных единицах (прив. ед/ч);

- характеристики узкого места;

- уровень загрузки.

Уровень загрузки *i*-го элементарного участка дороги вычисляется по формуле:

$$z_i = \frac{N_i}{P_i}, \qquad (А.1)$$

где N_i – интенсивность движения на *i*-м элементарном участке;

P_i – пропускная способность *i*-го элементарного участка.

Уровень загрузки z исследуемого участка дороги, состоящего из нескольких элементарных участков, вычисляется по формуле:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \qquad (А.2)$$

где n – количество элементарных участков в исследуемом участке перегона;

z_i – уровень загрузки *i*-го элементарного участка дороги;

l_i – длина *i*-го элементарного участка дороги.

А.3.2 Подробный отчет формируется в файле формата Excel и содержит подробную входную и выходную информацию о всех элементарных участках исследуемого перегона. Пример содержания такого файла приведен на рисунке А.7.

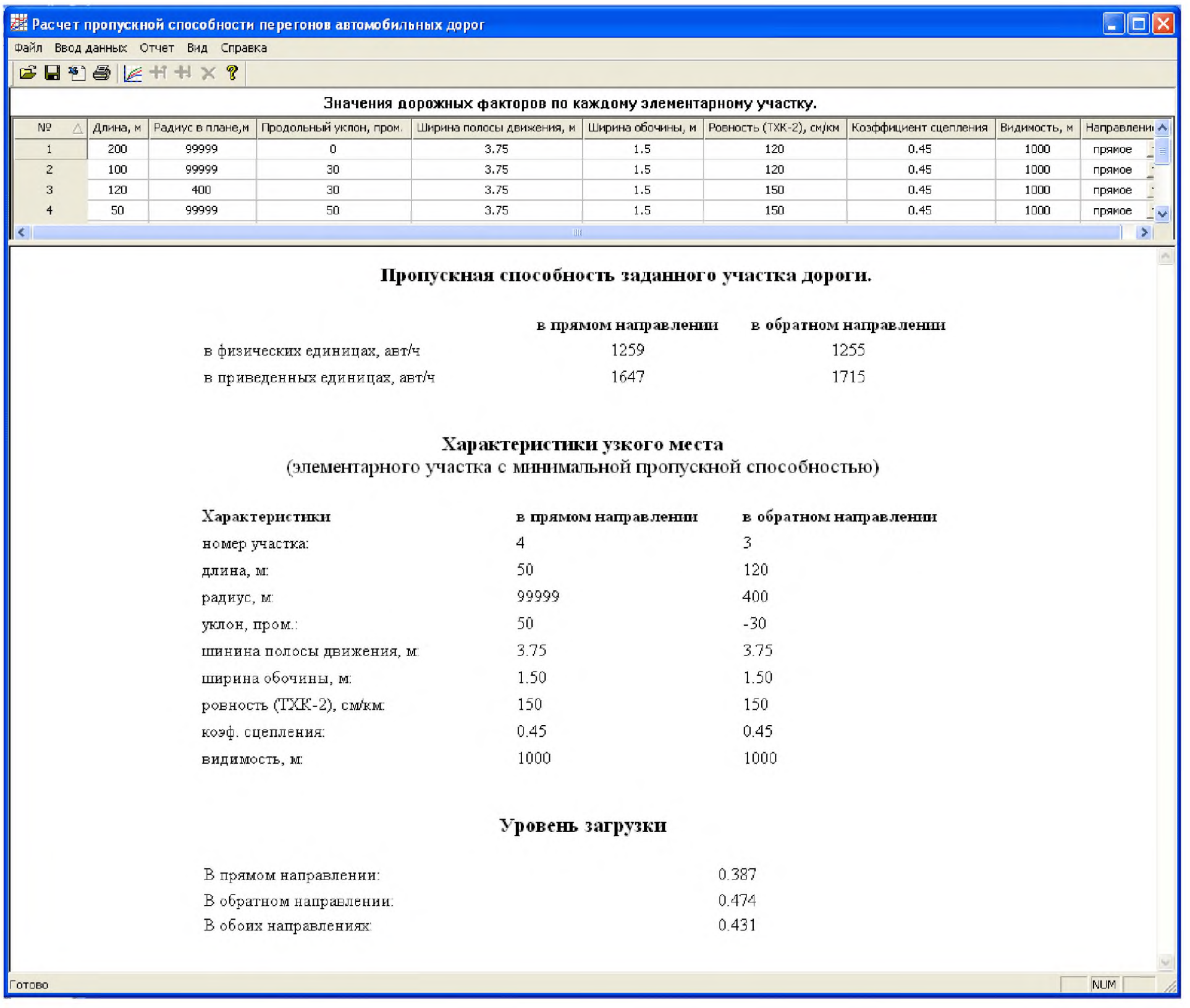


Рисунок А.6 - Пример краткого отчета

Microsoft Excel - report.xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Введите вопрос

Arial Cyr 10 Ж К Ч 100%

F8 3,75

Пропускная способность и уровень загрузки участка дороги

№ Элементарного участка	Интенсивность приведенных ед/ч	Длина, м	Радиус в плане,м	Продольный уклон, пром.	Ширина полосы движения, м	Ширина обочины, м	Ровность (ТХК-2), см/км	Коэффициент сцепления	Видимость, м	Пропускная способность, авт/час		Уровень загрузки
										в физических единицах	в привиденных единицах	
Прямое направление												
1		200	99999	0	3,75	1,5	120	0,45	1000	1310	1713	0,382
2		100	99999	30	3,75	1,5	120	0,45	1000	1304	1704	0,384
3		120	400	30	3,75	1,5	150	0,45	1000	1281	1675	0,39
4		**50**	**99999**	**50**	**3,75**	**1,5**	**150**	**0,45**	**1000**	**1259**	**1647**	**0,397**
5		140	99999	40	3,75	1,5	140	0,45	1000	1277	1669	0,392
Обратное направление												
1		140	99999	-40	3,75	1,5	140	0,45	1000	1263	1726	0,475
2		50	99999	-50	3,75	1,5	150	0,45	1000	1258	1719	0,477
3		**120**	**400**	**-30**	**3,75**	**1,5**	**150**	**0,45**	**1000**	**1255**	**1715**	**0,478**
4		100	99999	-30	3,75	1,5	120	0,45	1000	1276	1743	0,47
5		200	99999	0	3,75	1,5	120	0,45	1000	1272	1738	0,472

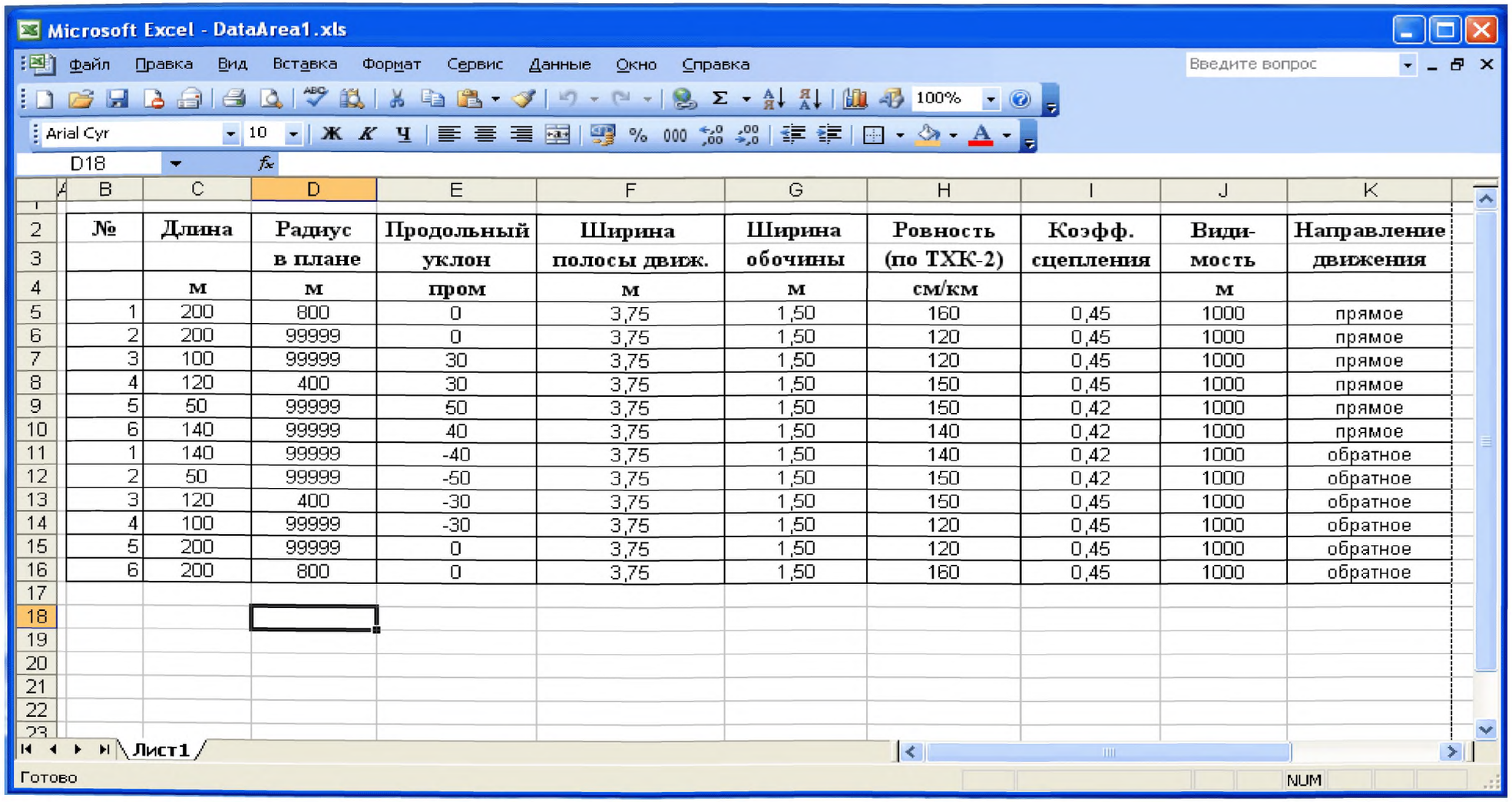
PS Лист1 Лист2 Лист3

Готово NUM

Рисунок А.7 - Пример подробного отчета

Приложение Б

Формат исходной информации, вводимой в автоматическом режиме.



№	Длина	Радиус в плане	Продольный уклон	Ширина полосы движ.	Ширина обочины	Ровность (по ТХК-2)	Коэфф. сцепления	Видимость	Направление движения
	м	м	пром	м	м	см/км		м	
1	200	800	0	3,75	1,50	160	0,45	1000	прямое
2	200	99999	0	3,75	1,50	120	0,45	1000	прямое
3	100	99999	30	3,75	1,50	120	0,45	1000	прямое
4	120	400	30	3,75	1,50	150	0,45	1000	прямое
5	50	99999	50	3,75	1,50	150	0,42	1000	прямое
6	140	99999	40	3,75	1,50	140	0,42	1000	прямое
1	140	99999	-40	3,75	1,50	140	0,42	1000	обратное
2	50	99999	-50	3,75	1,50	150	0,42	1000	обратное
3	120	400	-30	3,75	1,50	150	0,45	1000	обратное
4	100	99999	-30	3,75	1,50	120	0,45	1000	обратное
5	200	99999	0	3,75	1,50	120	0,45	1000	обратное
6	200	800	0	3,75	1,50	160	0,45	1000	обратное

Рисунок Б.1

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

07.06.2016 Москва № 975-р

Об издании и применении ОДМ 218.2.072-2016 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности и уровней загрузки автомобильных дорог методом компьютерного моделирования транспортных потоков»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по оценке пропускной способности и уровней загрузки автомобильных дорог методом компьютерного моделирования транспортных потоков:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты утверждения настоящего распоряжения ОДМ 218.2.072-2016 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности и уровней загрузки автомобильных дорог методом компьютерного моделирования транспортных потоков» (далее – ОДМ 218.2.072-2016).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.2.072-2016.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя А.А. Костюка.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

РОСАВТОДОР
рсп.№ 975-р
от 07.06.2016

Д.В. Алладин
(495) 687-80-45