

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Организация перевозок и дорожного движения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ»

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2023

УДК 656

Составители: А.А. Теофилова, В.В. Фиалкин

Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Технические измерения на транспорте»: метод. указания. – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2023. – 22 с.

Содержат описание практических работ, практические рекомендации для изучения основ технических измерений транспортных данных, указана необходимая литература.

Предназначены для обучающихся по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» очной и заочной форм обучения.

УДК 656

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Организация перевозок и дорожного движения»
д-р техн. наук, профессор В.В. Зырянов

В печать _____.____.2023 г.
Формат 60×84/16. Объем ____ усл. п. л.
Тираж ____ экз. Заказ № ____

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическая работа №1	
Технические измерения характеристик транспортных потоков на участке УДС.	
Детектор транспорта	5
Практическая работа №2	
Технические измерения характеристик транспортных потоков на участке УДС.	
Натурные исследования	7
Практическая работа № 3	
Технические измерения основных параметров дорожного движения	10
Практическая работа № 4	
Технические измерения характеристик парковочных процессов на участке УДС	17
Практическая работа № 5	
Технические измерения экологических параметров на участке УДС	18
Практическая работа № 6	
Технические измерения характеристик транспортных и пешеходных потоков на участке УДС с применением беспилотного летательного аппарата	22
Практическая работа № 7	
Технические измерения транспортных данных общественного транспорта. Он-лайн ресурсы	25
Практическая работа № 8	
Технические измерения транспортной подвижности населения. Анкетирование	26
Вопросы для самоконтроля	29
Литература	30

Введение

Цель занятий — *ознакомление с методами технических измерений транспортных данных.*

Технические измерения транспортных данных должны проводиться в целях формирования и реализации государственной политики в области организации дорожного движения, оценки деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти, органов местного самоуправления и иных владельцев автомобильных дорог по организации движения, а также в целях обоснования выбора мероприятий по организации дорожного движения и перевозок, формирования комплекса мероприятий, направленных на обеспечение эффективности организации дорожного движения и перевозок

3. Технические измерения транспортных данных должны осуществляться при решении задач по:

а) оценке состояния дорожного движения и перевозок и эффективности его организации;

б) выявлению и прогнозированию развития процессов, влияющих на состояние транспортной системы;

в) разработке программ комплексного развития транспортной инфраструктуры, комплексных схем организации движения транспортных средств и проектов организации дорожного движения и перевозок;

г) определению мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения и перевозок;

д) оценке качества реализации мероприятий, направленных на обеспечение эффективности организации дорожного движения и перевозок;

е) контролю в сфере организации дорожного движения и перевозок;

ж) обеспечению потребностей государства, юридических лиц и граждан в достоверной информации о состоянии дорожного движения и перевозок.

Технические измерения транспортных данных должен осуществляться посредством сбора, обработки, накопления и анализа основных параметров дорожного движения и перевозок.

Требования по выполнению и оформлению практических работ

Практическая работа выполняется на листе формата А4 в рукописном виде или с применением компьютерного набора в соответствии с общими требованиями по оформлению расчетно-пояснительной записки.

Необходимо выполнить следующие задания:

1. Решить поставленные задачи

2. Применить средства визуализации результатов решения задач

Практическая работа №1

Технические измерения характеристик транспортных потоков на участке УДС. Детектор транспорта

Задача: Провести сбор транспортных данных с использованием детектора транспорта

Методические указания

Детектор транспорта (датчик) – техническое средство, регистрирующее проходящее количество транспортных средств через сечение дороги, а так же определяющее параметры транспортных потоков.



Рисунок 1 – Детектор транспорта

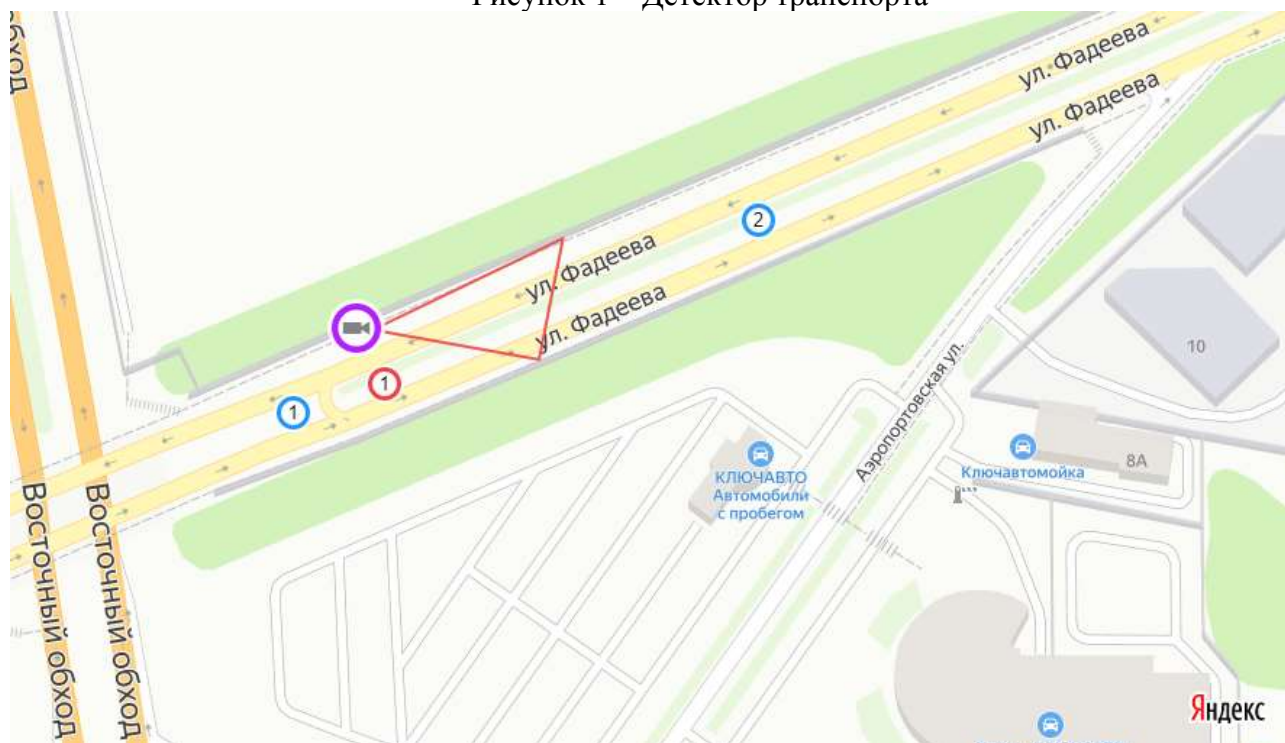


Рисунок 2 - Схема установки детектора транспорта

FileVersion=SSMHDv1.0, 17
FirmwareVersion=OSP: 2012-06-01 HW v2.0 Debug=False, Algo: 2011-05-10 Diagnostic=False, FPGA: 2006-05 Build# 0, FPA#: unknown

DATE : amrgcra 08, 2015
SERIALNUMBER : SS125 U100013315
DESCRIPTION : SS126 ITS Radar
LOCATION : Unknown
ORIENTATION : NN
NOTES :
TIMESTAMP : End
FORMAT : By lane and approach

NAME	VOLUME	Occu- pancy (%)	Speed (KPH)	85% Speed (KPH)	Class Count (bin lengths in meters)								HEADWAY	GAP	SENSOR TIME YYYY-MM-DD HH:MM:SS	Inter- val (sec)
					C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8				
					2,8	5,0	5,8	7,0	9,0	12,0	18,0	77,7				
LANE_01	9	7,3	53,1	61,2	0	6	3	0	0	0	0	0	6,7	6,2	2015-08-05 21:42:00	60
LANE_02	9	4,7	79,0	90,1	0	7	2	0	0	0	0	0	6,7	6,4	2015-08-05 21:42:00	60
LANE_03	4	1,6	87,9	99,8	1	3	0	0	0	0	0	0	15,0	14,8	2015-08-05 21:42:00	60
LANE_04	9	4,6	88,4	101,4	0	7	0	2	0	0	0	0	6,7	6,4	2015-08-05 21:42:00	60
LANE_05	17	10,2	76,2	92,5	0	7	8	1	0	1	0	0	3,5	3,2	2015-08-05 21:42:00	60
LANE_06	4	2,2	69,7	77,3	0	4	0	0	0	0	0	0	15,0	14,7	2015-08-05 21:42:00	60
LANE_01	10	6,8	59,8	66,0	0	8	1	1	0	0	0	0	6,0	5,6	2015-08-05 21:43:00	60
LANE_02	11	6,2	73,8	78,9	0	11	0	0	0	0	0	0	5,5	5,1	2015-08-05 21:43:00	60
LANE_03	3	1,3	82,9	86,9	0	3	0	0	0	0	0	0	20,0	19,7	2015-08-05 21:43:00	60
LANE_04	5	3,4	74,3	85,3	0	4	0	0	0	1	0	0	12,0	11,6	2015-08-05 21:43:00	60
LANE_05	8	4,9	72,0	77,3	0	5	3	0	0	0	0	0	7,5	7,1	2015-08-05 21:43:00	60
LANE_06	5	2,9	65,0	70,0	1	3	0	1	0	0	0	0	12,0	11,6	2015-08-05 21:43:00	60
LANE_01	14	10,1	52,3	64,4	2	10	1	1	0	0	0	0	4,3	3,9	2015-08-05 21:44:00	60
LANE_02	9	5,5	64,1	77,3	0	9	0	0	0	0	0	0	6,7	6,3	2015-08-05 21:44:00	60
LANE_03	6	3,0	86,6	91,7	0	5	0	1	0	0	0	0	10,0	9,7	2015-08-05 21:44:00	60
LANE_04	8	4,4	80,9	95,0	0	5	1	1	0	1	0	0	7,5	7,2	2015-08-05 21:44:00	60
LANE_05	12	8,5	69,8	82,1	0	6	3	0	3	0	0	0	5,0	4,6	2015-08-05 21:44:00	60
LANE_06	6	5,3	62,8	70,8	1	2	0	2	0	0	1	0	10,0	9,5	2015-08-05 21:44:00	60
LANE_01	10	7,5	57,9	65,2	0	9	0	0	0	1	0	0	6,0	5,6	2015-08-05 21:45:00	60
LANE_02	7	4,3	71,3	75,6	0	6	0	0	1	0	0	0	8,6	8,2	2015-08-05 21:45:00	60
LANE_03	2	1,1	77,5	78,9	0	2	0	0	0	0	0	0	30,0	29,7	2015-08-05 21:45:00	60
LANE_04	4	1,9	77,9	83,7	0	4	0	0	0	0	0	0	15,0	14,7	2015-08-05 21:45:00	60
LANE_05	8	5,0	70,1	77,3	0	6	2	0	0	0	0	0	7,5	7,1	2015-08-05 21:45:00	60
LANE_06	3	2,4	65,8	74,0	0	2	0	0	1	0	0	0	20,0	19,5	2015-08-05 21:45:00	60
LANE_01	18	13,3	54,2	64,4	0	17	1	0	0	0	0	0	3,3	2,9	2015-08-05 21:46:00	60
LANE_02	10	8,2	72,8	88,5	0	5	0	0	2	3	0	0	6,0	5,5	2015-08-05 21:46:00	60
LANE_03	4	1,7	90,4	93,3	0	4	0	0	0	0	0	0	15,0	14,7	2015-08-05 21:46:00	60
LANE_04	1	0,9	94,5	95,0	0	0	0	0	0	1	0	0	60,0	59,5	2015-08-05 21:46:00	60
LANE_05	12	7,9	72,3	82,1	0	7	4	0	0	1	0	0	5,0	4,6	2015-08-05 21:46:00	60
LANE_06	8	4,5	67,2	73,2	2	4	2	0	0	0	0	0	7,5	7,2	2015-08-05 21:46:00	60
LANE_01	13	8,2	64,3	70,8	0	10	0	3	0	0	0	0	4,6	4,2	2015-08-05 21:48:00	60
LANE_02	12	6,6	72,6	75,6	0	7	5	0	0	0	0	0	5,0	4,7	2015-08-05 21:48:00	60
LANE_03	9	4,0	89,4	93,3	0	7	1	1	0	0	0	0	6,7	6,4	2015-08-05 21:48:00	60
LANE_04	11	5,2	96,9	94,6	0	6	1	3	0	0	1	0	5,5	5,2	2015-08-05 21:48:00	60
LANE_05	14	9,0	83,4	90,1	0	4	4	3	1	1	1	0	4,3	3,9	2015-08-05 21:48:00	60
LANE_06	9	5,3	71,2	75,6	1	5	2	0	0	1	0	0	6,7	6,3	2015-08-05 21:48:00	60
LANE_01	5	3,0	64,4	66,0	0	4	1	0	0	0	0	0	12,0	11,6	2015-08-05 21:49:00	60
LANE_02	14	8,1	72,3	80,5	0	10	2	1	1	0	0	0	4,3	3,9	2015-08-05 21:49:00	60
LANE_03	3	1,4	85,4	91,7	0	3	0	0	0	0	0	0	20,0	19,7	2015-08-05 21:49:00	60
LANE_04	6	2,5	92,3	101,4	1	3	1	1	0	0	0	0	10,0	9,8	2015-08-05 21:49:00	60
LANE_05	12	8,3	69,8	77,3	0	5	2	2	1	2	0	0	5,0	4,6	2015-08-05 21:49:00	60
LANE_06	6	4,5	70,5	85,3	0	2	1	0	2	1	0	0	10,0	9,6	2015-08-05 21:49:00	60

Рисунок 3– Данные детектора транспорта в табличном виде

Таблица 1 - Данные Технические измерения, сведенные в форму

Тип ТС		Интенсивность движения, ТС/15мин				Итого, тс/ч	Коэффициент приведения	Итого, ед/ч
		0-15	16-30	31-45	46-60			
Легковые автомобили, легковые фургоны с прицепом и без прицепа		341	354	307	317	1319	1	
«Легкие» двухосные грузовые автомобили и «легкие» грузовые автопоезда								
Одиночные грузовые автомобили	Двухосный	-	-	-	-	-	1,5	-
	Трехосный	1	1	1	1	4	1,8	
	Четырехосный	-	-	-	-	-	2	-

Прицепной автопоезд		Трехосный	-	-	-	-	-	2	-
		Четырехосный	-	-	-	-	-	2,2	-
		Пятиосный	-	-	-	-	-	2,7	-
		Шестиосный	-	-	-	-	-	3,2	-
Седельный автопоезд		Трехосный	-	-	-	-	-	2,2	-
		Четырехосный	-	-	-	-	-	2,7	-
		Пятиосный	-	-	-	-	-	2,7	-
		Шестиосный и более	-	-	-	-	-	3,2	-
Тяжеловоз с числом осей более шести			-	-	-	-	-	3,2	-
Автобус	Малый		5	3	1	4	13	3	
	Средний								
	Большой (двухосные, трехосные, с прицепом и без прицепа)								
Всего, ед/15мин			347	358	309	322	Всего, ед/ч		1336

Практическая работа №2

Технические измерения характеристик транспортных потоков на участке УДС. Натурные исследования

Задача: Провести Технические измерения характеристик транспортных потоков методом натурных исследований

Методические указания

Сбор значений параметров дорожного движения следует осуществлять при обследовании дорожного движения посредством регистрации значений параметров дорожного движения на стационарных постах учета.

Обследование дорожного движения необходимо осуществлять в отношении транспортных средств и пешеходов на дорогах, участках дорог и (или) сети дорог в границах городских округов, городских поселений, отдельных функциональных и (или) территориальных зон, расположенных на их территориях, автомобильных дорогах на межселенных территориях в границах муниципальных районов.

Объектами обследования дорожного движения на стационарных постах учета являются зоны пересечения и примыкания дорог в одном уровне (далее – пересечение), участки дорог между двумя пересечениями (далее – перегон), участки дорог, включающие перегон (в одном направлении движения) и пересечение, смежное с ним по направлению движения транспортных средств (далее – опорный участок), обеспечивающие наиболее массовые транспортные корреспонденции

В ходе обследования дорожного движения, обработки результатов обследования дорожного движения на стационарных постах учета следует производить:

а) регистрацию интенсивности и условий дорожного движения в различные периоды суток (далее – временные периоды) в соответствии с пунктом 17 настоящего Порядка, включая: утренний пиковый период, дневной межпиковый период, вечерний пиковый период, ночной межпиковый период, а

также временные периоды, связанные с изменениями основных параметров дорожного движения и условий дорожного движения;

б) определение уровня обслуживания дорожного движения на пересечении в составе опорного участка за каждый час обследования и за обследуемый временной период;

в) определение уровня обслуживания дорожного движения на опорном участке за каждый час обследования и за каждый из обследуемых временных периодов с подведением итогового значения за сутки в соответствии.

Обследование дорожного движения на стационарных постах учета следует проводить в течение одних суток (вторник, среда, четверг) в обследуемых сечениях опорных участков учетчиками (наблюдателями) и (или) техническими средствами регистрации, передачи, приема и хранения информации в автоматическом режиме.

Подготовка к обследованию дорожного движения на стационарных постах, должна включать:

а) инструктаж лиц (в том числе по правилам безопасности при проведении транспортных обследований), привлекаемых к участию в обследовании в качестве учетчиков (наблюдателей);

б) составление схематического изображения перегона, пересечения, примыкания дорог, на котором отображаются обследуемые сечения, направления движения транспортных средств и пешеходов;

в) определение расположения постов учета по условиям обеспечения свободного обзора движущихся транспортных средств и пешеходов, мест разделения и слияния обследуемых направлений транспортных средств и пешеходов;

г) закрепление учетчиков (наблюдателей) на постах учета.

Число учетчиков (наблюдателей) на посту учета необходимо устанавливать из условия регистрации не более 300 автомобилей в час одним человеком. Учетчик (наблюдатель) должен одновременно фиксировать транспортные средства и пешеходов только одного направления движения (движущихся «к себе»).

При обследовании движения транспортных средств на пересечениях число учетчиков (наблюдателей) следует назначать из расчета один человек на каждое направление движения транспортных средств и пешеходов.

Продолжительность работы учетчика (наблюдателя) на посту учета не превышает двух часов.

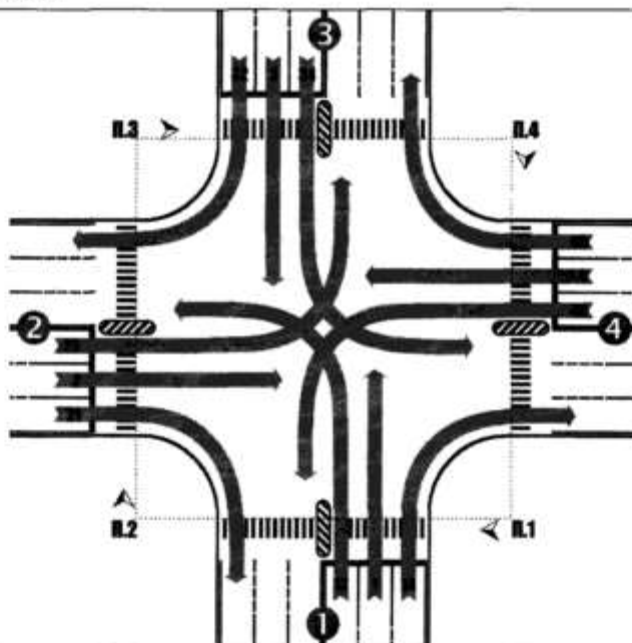
Таблица 2 – Рекомендуемые периоды проведения исследований

№ п/п	Временной период	Время обследования	Продолжительность обследования временного периода, $t_{об}$, час
1	Утренний пиковый период	07:00 – 11:00	4
2	Дневной пиковый период	12:00 – 15:00	3
3	Вечерний пиковый период	17:00 – 20:00	3
4	Ночной пиковый период	22:00 – 01:00	3

Перекресток, примыкание дорог, улиц:

Идентификационный код: _____
 _____ нерегулируемый

Вид: _____ регулируемый,



Время обследования начало - окончание, (час)	Количество пешеходов на пешеходных переходах в обоих направлениях движения, (пешеходы)				Средняя задержка пешеходов на пешеходных переходах в обоих направлениях, (сек)				Уровень обслуживания на пешеходных переходах			
	Пешехо дный переход 1	Пешехо дный переход 2	Пешехо дный переход 3	Пешехо дный переход 4	Пешехо дный переход 1	Пешехо дный переход 2	Пешехо дный переход 3	Пешехо дный переход 4	№1	№2	№3	№4
00.00 – 01.00												
01.00 – 02.00												
02.00 – 03.00												
03.00 – 04.00												
05.00 – 06.00												
06.00 – 07.00												
07.00 – 08.00												
08.00 – 09.00												
09.00 – 10.00												
10.00 – 11.00												
11.00 – 12.00												
12.00 – 13.00												
13.00 – 14.00												
14.00 – 15.00												
15.00 – 16.00												
16.00 – 17.00												
17.00 – 18.00												
18.00 – 19.00												

Рисунок 4 – Учет интенсивности и состава движения транспортных средств, интенсивности движения пешеходов на переходе

Практическая работа № 3

Технические измерения основных параметров дорожного движения

Задача: провести Технические измерения основных параметров дорожного движения с применением контрольного транспортного средства и определить параметры эффективности дорожного движения

[illegible]

Рисунок 5 – Задание на проведение обследования с применением контрольных транспортных средств

[illegible]

Рисунок 6 – Учет параметров дорожного движения при обследовании с применением контрольных транспортных средств

1. Транспортным средствам, объединенным в категории по признакам

функционального назначения, техническим и конструктивным особенностям, для целей обследований дорожного движения устанавливаются расчетные категории с присвоением коэффициентов приведения для каждого транспортного средства i -ой категории к легковому автомобилю (k_i), в соответствии с таблицей 5.

Таблица 3 - Коэффициенты приведения к легковому автомобилю

№ расчетной категории транспортных средств, i	Расчетная категория транспортных средств	Коэффициент приведения к легковому автомобилю, k_i
1	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	1,0
2	Двухосные грузовые автомобили, автобусы особо малого класса	1,5
3	Трехосные грузовые автомобили, автобусы малого класса	1,8
4	Четырехосные грузовые автомобили	2,0
5	Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом), автобусы среднего класса	2,2
6	Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,7
7	Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,2
8	Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
9	Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
11	Шестиосные седельные автопоезда, автобусы особо большого класса	3,2
12	Автомобили с семью и более осями и другие	3,2
13	Автобусы большого класса	3,0

Интенсивность движения транспортных средств (N) рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{15} N_i k_i}{t_n}, \text{ приведенных легковых автомобилей/час,}$$

где:

N_i - количество транспортных средств i -й расчетной категории, прошедших через сечение участка дороги в одном направлении за время наблюдения (измеряется непосредственным подсчетом в ходе обследования дорожного движения);

k_i - коэффициент приведения транспортного средства i -й расчетной категории к легковому автомобилю (принимается по 5);

t_n - продолжительность наблюдения за участком дороги, час.

2. Доля транспортных средств каждой расчетной категории (S_i) рассчитывается по формуле:

$$S_i = \frac{100N_i}{\sum_{i=1}^{15} N_i}, \text{ \%}.$$

3. Средняя скорость движения транспортных средств (\bar{V}) на участке дороги рассчитывается по формуле:

$$\bar{V} = \frac{l}{\bar{T}}, \text{ километр/час,}$$

где:

l - протяженность участка дороги, километр;

\bar{T} - среднее время движения транспортных средств по участку дороги, час.

Среднее время движения транспортных средств (\bar{T}) по участку дороги рассчитывается по формуле:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \text{ час,}$$

где:

t_i - время проезда участка дороги, зафиксированное при i -м проезде транспортного средства, час (регистрируется в ходе обследования дорожного движения);

n - количество проездов транспортных средств по участку дороги.

4. Плотность движения (ρ) рассчитывается по формуле:

$$\rho = \frac{N}{m \cdot \bar{V}}, \text{ приведенных легковых автомобилей/километр,}$$

где:

m - число полос движения в одном направлении.

5. Расчет средней задержки транспортных средств в движении (τ) осуществляется между следующими друг за другом по одной полосе движения транспортными средствами во временном интервале, превышающем 10 секунд (далее - условия свободного движения):

а) для фактически наблюдаемых условий движения средняя задержка транспортных средств в движении на километр сети дорог (τ_s) рассчитывается по формуле:

$$\tau_s = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \tau_i}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}, \text{ час/километр,}$$

где:

τ_i - средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги, час;

m_i - число полос движения в одном направлении для i -го участка дороги;

l_i - протяженность i -го участка дороги, километр.

Средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги (τ_i) рассчитывается по формуле:

$$\tau_i = \bar{T} - \bar{T}_{\text{св}}, \text{ час,}$$

где:

$\bar{T}_{\text{св}}$ - среднее время движения транспортных средств по участку дороги в условиях свободного движения, час.

Среднее время движения транспортных средств по участку дороги в условиях свободного движения ($\bar{T}_{\text{св}}$) рассчитывается по формуле:

$$\bar{T}_{\text{св}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\text{св}}}{n}, \text{ час,}$$

где:

$t_i^{\text{св}}$ - время проезда участка дороги в условиях свободного движения, зафиксированное при i -м проезде транспортного средства, час;

б) для условий свободного движения средняя задержка транспортных

средств в движении на километр сети дорог (τ_s^3) рассчитывается по формуле:

$$\tau_s^3 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \tau_i^3}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}, \text{ час/километр,}$$

где:

τ_i^3 - средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги, час.

Средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги (τ_i^3) рассчитывается по формуле:

$$\tau_i^3 = \bar{T}_{\text{св}} - T_3, \text{ час,}$$

где:

T_3 - расчетное время движения транспортных средств по участку дороги с максимальной допустимой скоростью, час.

Расчетное время движения транспортных средств по участку дороги с максимальной допустимой скоростью рассчитывается по формуле:

$$T_3 = \frac{l}{V_{\text{max}}}, \text{ час,}$$

где:

V_{max} - максимальная скорость движения транспортных средств по участку дороги, допустимая при соблюдении установленных ограничений скорости движения транспортных средств, километр/час.

В случае отсутствия данных об ограничении скорости движения транспортных средств на участке дороги максимальная допустимая скорость движения транспортных средств принимается равной 60 километрам в час для участков дорог в границах населенных пунктов и 90 километрам в час для участков дорог на межселенных территориях.

6. Расчет временного индекса (I_T) осуществляется для фактически наблюдаемых условий движения и условий свободного движения:

а) для фактически наблюдаемых условий движения временной индекс на сети дорог (I_{Ts}) рассчитывается по формуле:

$$I_{Ts} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot I_{Ti}}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i},$$

где:

I_{Ti} - временной индекс на участке дороги.

Временной индекс на участке дороги (I_{Ti}) рассчитывается по формуле:

$$I_{Ti} = \frac{\bar{T}}{\bar{T}_{св}};$$

б) для условий свободного движения временной индекс на сети дорог (I_{Ts}^3) рассчитывается по формуле:

$$I_{Ts}^3 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot I_{Ti}^3}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i},$$

где:

I_{Ti}^3 - временной индекс на участке дороги.

Временной индекс на участке дороги (I_{Ti}^3) рассчитывается по формуле:

$$I_{Ti}^3 = \frac{\bar{T}_{св}}{T_3}.$$

7. Уровень обслуживания дорожного движения на сети дорог оценивается по шестиуровневой шкале, в соответствии с наблюдаемыми значениями основных параметров дорожного движения (таблица 4).

Таблица 4 - Уровень обслуживания дорожного движения на сети дорог

Уровень обслуживания дорожного движения	Средняя скорость движения транспортных средств на сети дорог (доля скорости свободного движения, %)
A	≥ 90
B	70 - 90
C	50 - 70
D	40 - 50
E	33 - 40
F	≤ 33

Среднее значение уровня обслуживания для сети дорог определяется на основе значения средней скорости движения транспортных средств на сети

дорог. Средняя скорость движения транспортных средств на сети дорог рассчитывается по формуле:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot \bar{V}_i}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}, \text{ километр/час,}$$

где:

\bar{V}_i - значение средней скорости движения транспортных средств на i -м участке дороги, километр/час.

8. Показатель перегруженности дорог для участка дороги ($I_{\Pi i}$) рассчитывается по формуле:

$$I_{\Pi i} = \frac{t^{EF}}{t_n},$$

где:

t^{EF} - суммарная продолжительность сохранения условий движения, соответствующих неудовлетворительным уровням обслуживания дорожного движения Е - F на участке дороги, час;

t_n - продолжительность наблюдения за участком дороги, час.

Показатель перегруженности дорог для сети дорог ($I_{\Pi s}$) рассчитывается по формуле:

$$I_{\Pi s} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot I_{\Pi i}}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}.$$

9. Буферный индекс для участка дороги (I_{bi}) рассчитывается по формуле:

$$I_{bi} = \frac{T_{85\%} - \bar{T}}{\bar{T}},$$

где:

\bar{T} - среднее время движения по участку дороги, час;

$T_{85\%}$ - время движения по участку дороги, которое равно или которое превышает время, зафиксированное у 85% транспортных средств, проехавших по данному участку дороги, час.

Среднее значение буферного индекса для сети дорог (\bar{I}_{bs}) рассчитывается по формуле:

$$\bar{I}_{bs} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot I_{bi}}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}.$$

Практическая работа № 4

Технические измерения характеристик парковочных процессов на участке УДС

Одним из основных этапов технических измерений на характеристик парковочных процессов являются натурные замеры длительности стоянки автомобилей на рассматриваемых участках улично-дорожной сети. В основу выполнения замеров полагается принцип работы парконов, то есть, при проезде участка улично-дорожной сети отмечается каждый стоящий автомобиль, его номерной знак, фиксируется время наблюдения. Далее, совершаются повторные заезды каждый час по тому же участку улично-дорожной сети с фиксированием прежних стоящих автомобилей и вновь прибывших. Пример результатов натурных исследований по пр. Кировский в северном направлении представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты натурных замеров стоящих автомобилей

Марка автомобиля	Гос.номер	Время проведения замеров										Количество часов стоянки авт., ч
		7:38	8:41	9:42	10:44	11:46	13:58	15:26	16:43	17:51	19:00	
заезд №1												
ВАЗ 2107	н885еу161	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
нундай джип	т977хм61	+										1
нива	0535ос161	+	+	+								3
приора	у768ну161	+	+	+	+	+	+	+	+	+		10
серебристая калина южный регион	в936нк161	+	+	+	+	+			+	+		5,2
сузуки джип	к165ex161	+	+	+	+	+	+	+	+			9
рено синее	с812ax161	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
поло белый	е873pe161	+	+	+	+	+	+	+	+			9
красный фьюжин ученик	с884ex161	+	+	+	+	+	+	+	+			9
нива шевролет	о177кy161	+										1
тиана черная	о090po61	+	+	+	+	+						5
тиана	р124но161	+	+	+	+	+	+	+	+			9
калина голубая		+	+	+	+	+	+	+	+			9

Марка автомобиля	Гос.номер	Время проведения замеров										Количество часов стоянки авт., ч
		7:38	8:41	9:42	10:44	11:46	13:58	15:26	16:43	17:51	19:00	
красный матиз	p982ов161	+	+	+	+	+	+	+	+			9

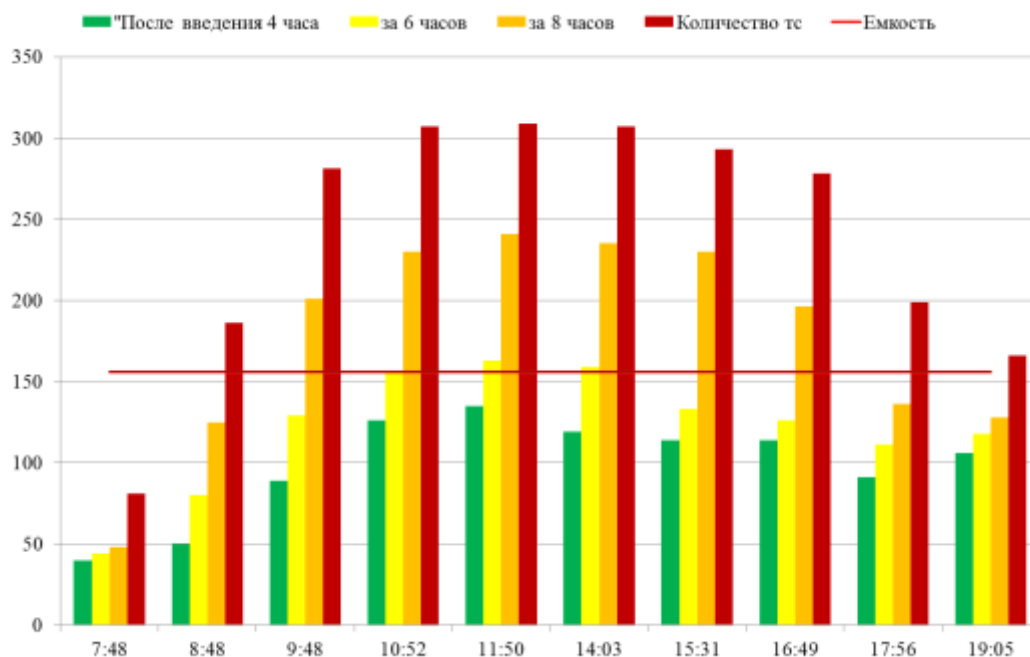


Рисунок 7 - Анализ изменения количества припаркованных автомобилей во времени по пр. Кировский

Практическая работа № 5

Технические измерения экологических параметров на участке УДС

Измерения проводятся для оценки фактических шумовых характеристик транспортных потоков, состоящих из легковых и грузовых автомобилей, автопоездов, автобусов, троллейбусов, трамваев, мотосредств (мотоциклов, мотороллеров, мопедов, мотовелосипедов), а также других видов автотранспортных средств на автомобильных дорогах, на улично-дорожной сети городов и других населенных пунктов, или из поездов разных видов (пассажирских, грузовых и пригородных электропоездов) на участках железных дорог, или из метropоездов на открытых линиях метрополитена.

Основными шумовыми характеристиками транспортных потоков являются эквивалентный L_{Aeq} и максимальный L_{Amax} уровни звука, дБА, в дневное (от 7.00 до 23.00 ч) и ночное (от 23.00 до 7.00 ч) время.

В случае редких (эпизодических) проездов автотранспортных средств, а также при проездах отдельных трамваев, железнодорожных поездов или

метропоездов на открытых линиях метрополитена дополнительной шумовой характеристикой является уровень звукового воздействия $A L_{EA}$, дБА.

Одновременно с измерением шумовых характеристик транспортного потока должны фиксироваться продолжительность каждого временного интервала измерения и длительность временного интервала наблюдения.

При измерении шумовых характеристик транспортного потока целесообразно одновременно определять его интенсивность, состав и скорость движения.

Скорость движения транспортных средств определяется либо непосредственно с помощью специального прибора-радар (измерителя скорости), имеющего погрешность стационарно $\pm 1,0$ км/ч, в движении $\pm 2,0$ км/ч, либо путем фиксирования времени проезда отдельными транспортными средствами участка дороги произвольной длины, задаваемой измерителем, и последующего расчета по этим данным их скорости движения ($v_i = \ell / t_i$).

Места для проведения измерений шумовых характеристик автотранспортных потоков следует выбирать на прямолинейных участках улиц и автомобильных дорог с установившейся скоростью движения автотранспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта.



Рисунок 8 - Шумомер

Работа с прибором

5.1 Вкл./откл. Включение шумомера: нажмите . - Кратковременно загорятся все сегменты дисплея, и прибор перейдет в режим измерений (диапазон измерений - 32 - 80 дБ). Выключение шумомера: нажмите .

Измерение 1 Включите прибор

2 Установите время измерения ("FAST/SLOW")

3 Установите частоту ("A/C")

4 Установите диапазон измерения ("Level")

5 Направьте микрофон на измеряемый источник звука (эталонное направление).

6 Сохраните высшее и низшее значения с помощью "Max/Min"

Время проведения измерений необходимо выбирать в периоды максимальной интенсивности движения транспортных потоков как в дневной, так и в ночной периоды суток.

Целесообразно измерять шумовые характеристики транспортных потоков в дневной период суток не менее трех раз: утром в интервале от 7.00 до 9.00 ч, днем в интервале от 9.00 до 19.00 ч и вечером в интервале от 19.00 до 23.00 ч.

В ночной период суток целесообразно проводить измерения шумовых характеристик транспортных потоков два раза: в интервале от 23.00 до 1.00 ч и в интервале от 1.00 до 7.00 ч.

Протокол измерения шумовой характеристики транспортного потока

1 Наименование организации, проводившей измерения.

2 Дата и время проведения измерения.

3 Место проведения измерения.

4 Схематический ситуационный план участка измерений.

5 Поперечный разрез участка измерений.

6 Характеристика автомобильной дороги:

- одно или два направления движения автотранспорта;
- количество полос движения в каждую сторону, наличие трамвайных путей;
- наличие или отсутствие разделительной полосы, ее ширина;
- наличие боковых проездов, их ширина, расстояние от основной дороги;
- тип покрытия проезжей части (асфальтобетон, цементобетон или др.);
- расположение дороги - на ровной территории, в выемке, на насыпи;
- продольный уклон проезжей части.

7 Характеристика рельсовой дороги (железная дорога, трамвайный путь, линия метрополитена):

- количество главных путей;
- расположение рельсовой дороги - на ровной территории, в выемке, на насыпи;
- тип верхнего строения рельсового пути;
- тип шпал (железобетонные, деревянные) и тип пути (бесстыковой, звеньевой).

8 Средства измерений (наименование, тип, заводской номер, сведения о поверке средств измерений).

9 Методика проведения измерений (ссылка на данный стандарт) или описание отличий от стандартной методики измерений.

10 Данные о метеоусловиях при проведении измерений - скорость ветра, температура, относительная влажность воздуха, атмосферное давление.

11 Продолжительность проведения измерений.

12 Эквивалентный и максимальный уровни звука в дБА (в необходимых случаях - октавные эквивалентные уровни звукового давления, уровни звукового воздействия и другие шумовые характеристики).

13 Таблица с результатами измерения шумовых характеристик и расширенной неопределенности измерения при определении эквивалентного уровня звука автотранспортного потока и параметрами его движения (интенсивность, скорость) и состава (см. таблицу 6).

14 Таблица с результатами измерения шумовых характеристик и расширенной неопределенности измерения при определении эквивалентного уровня звука потока трамваев (при расположении трамвайных путей на достаточном удалении от улиц с автотранспортным движением) и с параметрами его движения (интенсивность, скорость) и состава (см. таблицу 7).

15 Заключение по результатам измерений.

16 Должности, фамилии, инициалы и личные подписи лиц, проводивших измерения.

Таблица 6 - Результаты измерений шумовых характеристик автотранспортного потока и определения расширенной неопределенности измерений эквивалентного уровня звука автотранспортного потока

Место измерения -								
Дата и время измерения -								
Количество автотранспортных средств по видам в потоке за временной интервал наблюдения							Шумовая характеристика потока за временной интервал наблюдения ...	
Легковые автомобили	Грузовые автомобили, автомобили-тягачи и автопоезда	Автобусы	Троллейбусы	Мотоциклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды	Другие виды автотранспортных средств, не указанные в столбцах 1-5	Средняя скорость движения автотранспортного потока, км/ч	Эквивалентный уровень звука $L_{Aeq}^{авт}$ потока, дБА	Максимальный уровень звука $L_{Amax}^{авт}$ потока, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 7 - Результаты измерений шумовых характеристик потока железнодорожных поездов и определения расширенной неопределенности измерений эквивалентного уровня звука потока железнодорожных поездов

Место измерения -					
Дата и время измерения -					
Тип поезда	Время проезда поезда мимо измерительной точки, с	Средняя скорость движения	Шумовая характеристика поезда за время его проезда мимо измерительной точки	Шумовая характеристика потока поездов за временной интервал наблюдения	

	с	поезда	Эквивалентный уровень звука дБА	Максимальный уровень звука $L_{Amax i}$, дБА	Эквивалентный уровень звука L_{Aeq} потока, дБА	Максимальный уровень звука L_{Amax} потока, дБА
1	2	3	4	5	6	7
Пассажирский						
Пригородный электропоезд						
Грузовой						

Практическая работа № 6

Технические измерения характеристик транспортных и пешеходных потоков на участке УДС с применением беспилотного летательного аппарата



Отдел перспективных систем Департамента информационных технологий и интеллектуальных транспортных систем Государственной компании «Автодор» совместно с ООО «Автодор — Платные Дороги»



Рисунок 9 - Испытания БПЛА вдоль участка трассы М-4 «Дон»



Рисунок 10 - Схема физической архитектуры локального проекта ИТС по
Технические измерения дорожного движения

Участком рассмотрения является участок пр. Ворошиловского с пересечением ул. Седова в г. Ростов-на-Дону. Для выполнения лабораторной работы организуется эксперимент по применению БПЛА в Технические измерения дорожного движения на этом участке. На БПЛА была установлена видеочамера, период измерений составляет 20 минут.

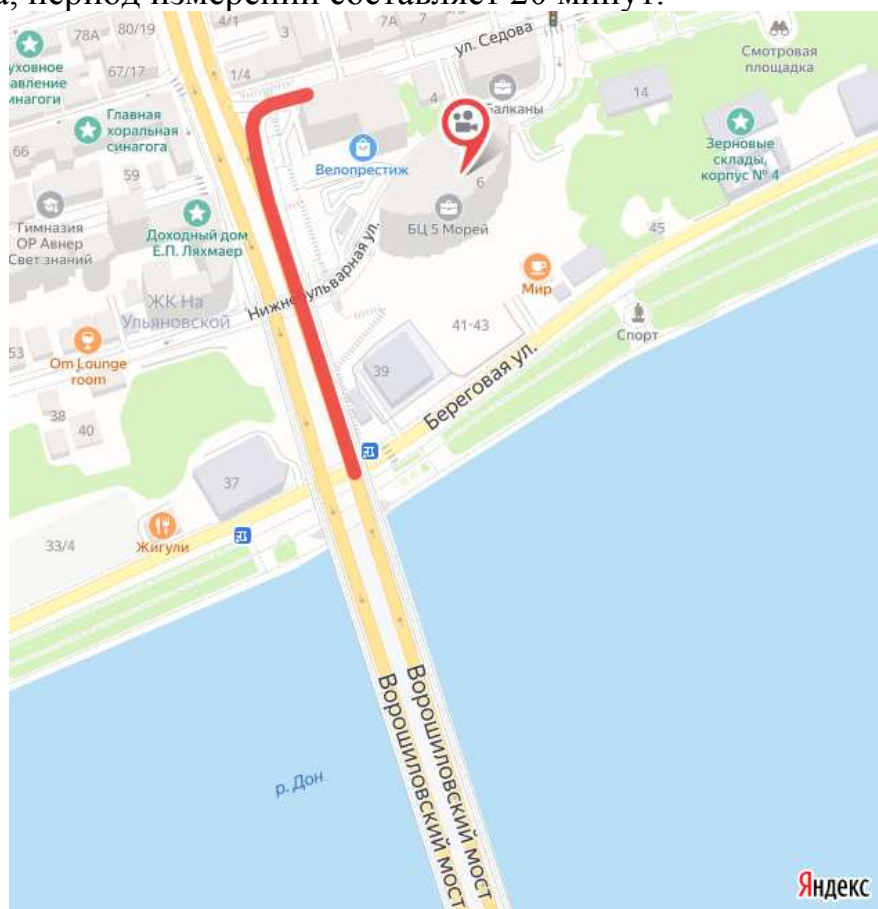


Рисунок 11 - Участок проектирования

По окончании эксперимента получают видеоданные, оцифровка которых позволяет определить интенсивность дорожного движения на участке.



Рисунок 12 - Пример видеоданных, полученных от БПЛА

Таблица 8 - Значения интенсивности движения транспортных средств

Адрес		Восточный обход - Уральская ул.															
Время		вторник, 07:00															
		Направление															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ	ФЕ	ПЕ
Большие автобусы																	
Средние автобусы																	
Легковые																	
Грузовые	2-осные																
	3-осные																
	4-осные																
Автопоезда	4-осные																
	5-осные																
	3-осные седельные тягачи																
	4-осные седельные тягачи																
	5-осные тягачи (2осный тягач с полуприцепом)																
	5-осные тягачи (3осный тягач с полуприцепом)																
	6-осные																
	7 и более осей																
ИТОГО																	

Практическая работа № 7

Мониторинг транспортных данных общественного транспорта. Он-лайн ресурсы

Задача: провести контрольные замеры работы общественного транспорта на предмет соответствия расписанию движения с использованием он-лайн ресурсов. Сравнить результаты замеров и оценить своевременность передаваемой информации.

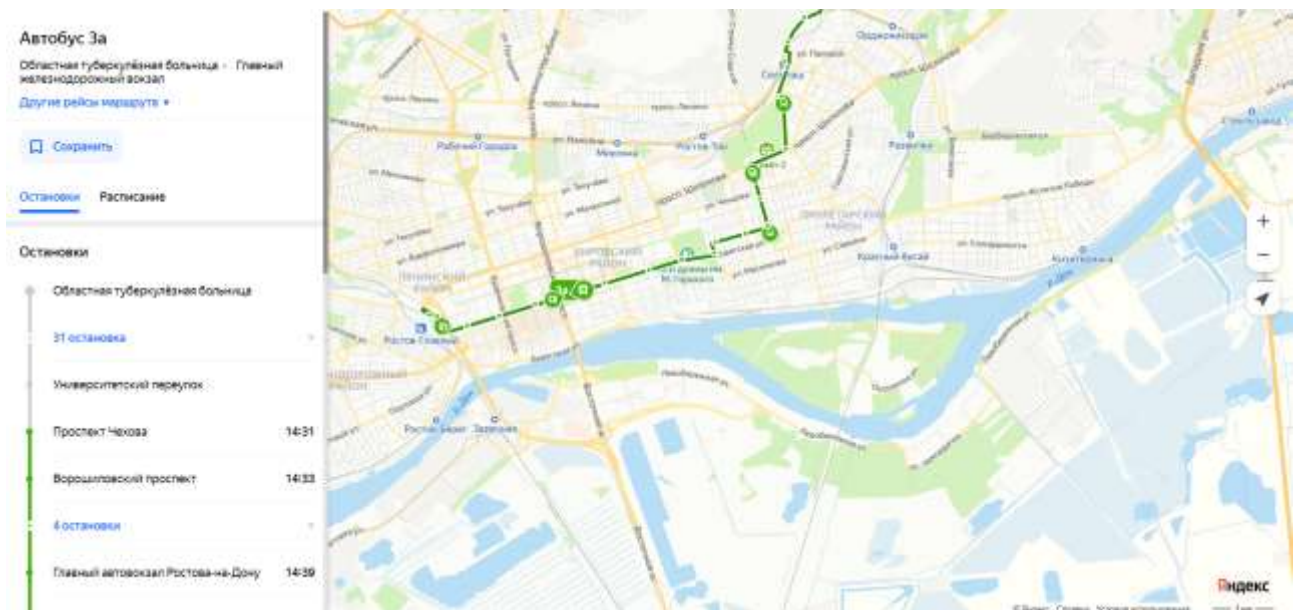


Рисунок 13 – Технические измерения общественного транспорта в «Яндекс»

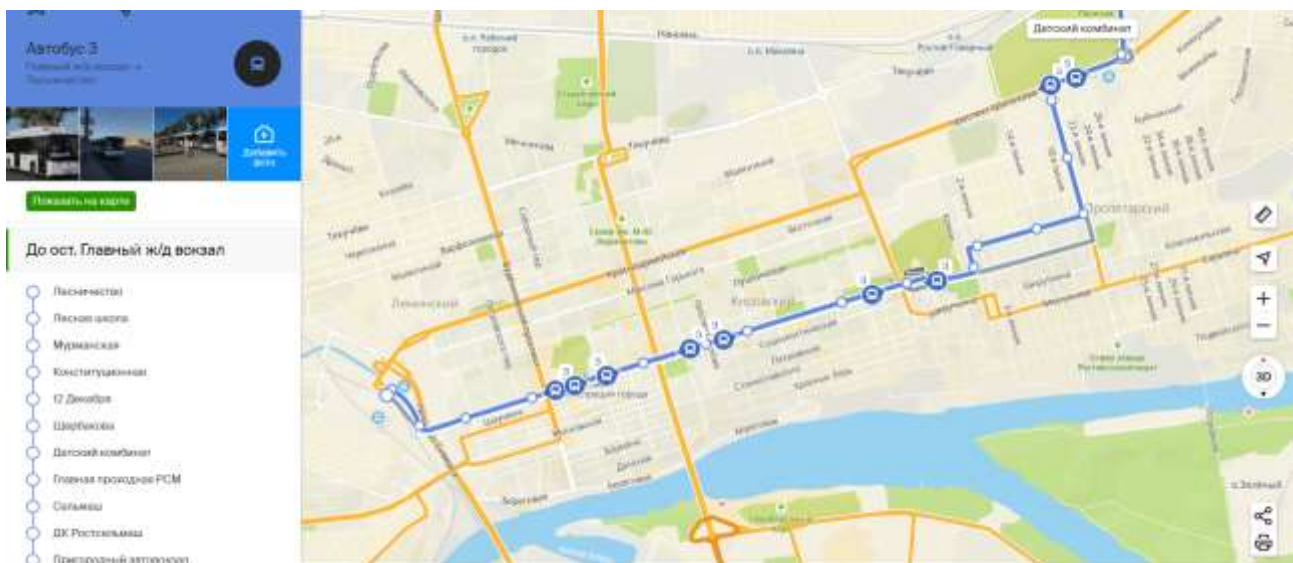


Рисунок 14 – Технические измерения общественного транспорта в «2ГИС»

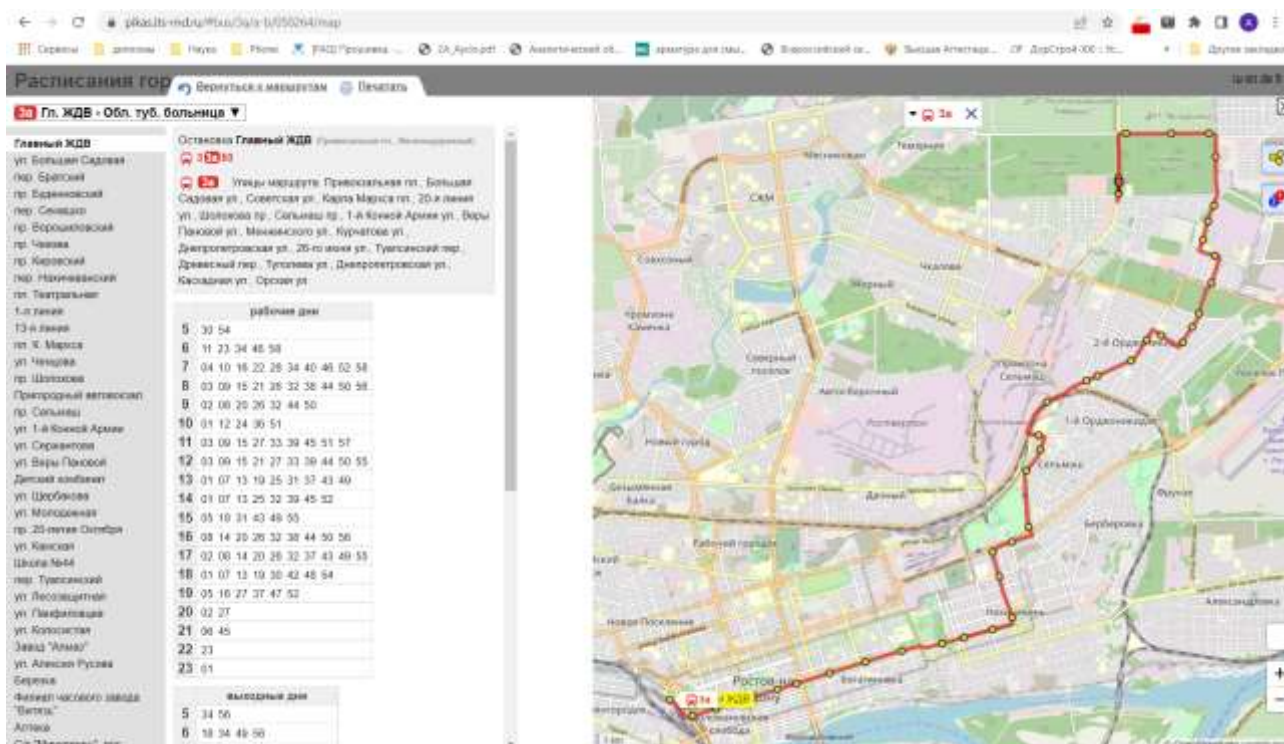


Рисунок 15 – Технические измерения общественного транспорта в «Pikas»

Практическая работа № 8

Мониторинг транспортной подвижности населения. Анкетирование

Для выявления пассажиропотоков, распределения их по направлениям, сбора данных об изменениях пассажиропотоков во времени проводят обследования. Существующие методы обследования пассажиропотоков можно классифицировать по ряду признаков. Так по длительности охватываемого периода различают обследования систематические и разовые. Систематические обследования проводят ежедневно в течение всего периода движения линейные работники службы эксплуатации. Разовыми называются кратковременные обследования по той или иной программе, определяемой поставленными целями. По ширине охвата транспортной сети различают сплошные и выборочные обследования. Сплошные обследования проводят одновременно по всей транспортной сети обслуживаемого населенного пункта или региона. Они требуют большого числа контролеров и счетчиков. По результатам обследований решают вопросы функционирования транспортной сети, такие направления ее развития, как координация работы различных видов транспорта, изменение схемы маршрутов, выбор видов транспорта в соответствии с мощностью пассажирских потоков. Выборочные обследования проводят по отдельным районам движения, конфликтным точкам или некоторым маршрутам с целью решения локальных, частных, более узких и конкретных задач.



Рисунок 16 - Виды транспортных обследований

Традиционно на практике для изучения пассажиропотока используются следующие методы: – анкетный метод; – отчетно-статистический метод; – натурный метод; – автоматизированный метод.

Анкетный метод обследования выполняется с применением анкет, содержание и количество вопросов в которых зависит от целей обследования. В ходе анкетирования или опроса населения получают данные о подвижности населения, времени совершения передвижений, затратах времени на передвижения и их структуре. Преобладают два способа выполнения обследований. В первом анкеты раздаются по месту проживания или работы для заполнения, собираются и подвергаются оцифровке (трудоемкость подготовки анкеты в зависимости от ее объема может составлять от 10 до 30 минут). Второй вариант предполагает проведение интервью непосредственно в подвижном составе или на остановочных пунктах. Наибольший эффект анкетное обследование дает при опросе населения по месту работы основных пассажирообразующих и пассажиропоглощающих пунктов обслуживаемого района.

Анкета состоит из 8 блоков и 57 вопросов:

1) Блок об общей характеристике подвижности состоит из 2 вопросов, направленных на выяснение того, какой тип транспортного поведения наиболее характерен для респондента.

2) Блок о специфике занятости состоит из 11 вопросов. Если человек не работает (на это направлен первый вопрос блока), то он сразу переходит к блоку 3. В блоке, в основном, задаются вопросы о дороге на работу и с работы.

3) Блок о семье насчитывает 5 вопросов, в которых выясняется состав семьи.

4) Блок о личном транспорте состоит из 9 вопросов. Половина вопросов (4 шт.) задается только владельцам автомобиля. Эти вопросы связаны с отношением к автомобилю и практикам его использования.

5) Блок об инфраструктуре состоит из 3 вопросов, в которых выясняется наличие в пешеходной доступности общественного транспорта, удовлетворенность сервисной инфраструктурой по месту жительства.

6) Блок о вчерашних перемещениях является ключевым в опросе. Количество вопросов зависит от числа перемещений, совершенных респондентом в предыдущий день. Этот блок выступает своеобразным аналогом дневника перемещений и ориентирован на фиксацию целей, способа перемещений (на транспорте или пешком), а также времени в пути до каждой цели. Этот раздел призван определить общую структуру подвижности респондентов в случае отказа от заполнения дневника. Ввиду сомнительной точности вопрос о преодолеваемом расстоянии был исключен. Однако фиксация дистанции была сохранена для дневникового обследования.

7) Блок о дальних поездках состоит из 7 вопросов и направлен на выяснение числа дальних поездок за год, их цели, направления (по России или нет), способов перемещения.

8) Социально-демографический блок включает 13 вопросов, которые определяют образование, род деятельности, материальное положение респондентов, а также пользование интернетом, наличие загранпаспорта.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каков процесс получения транспортных данных с помощью детектора транспорта?
2. Каков процесс получения транспортных данных натурным методом?
3. Каков процесс получения транспортных данных об общественном транспорте?
4. Каков процесс получения социально-экономических показателей транспортного района?
5. Каков процесс получения транспортных данных от наблюдений за парковками ?

ЛИТЕРАТУРА

1. Андронов С.А. Интеллектуальные транспортные системы: учебное пособие / Андронов С.А., Фетисов В.А.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 260 с.
2. Иванов Ф.Ф. Интеллектуальные транспортные системы / Иванов Ф.Ф.. — Минск : Белорусская наука, 2014. — 216 с.
3. Маркуц В.М. Транспортные потоки автомобильных дорог : учебное пособие / Маркуц В.М.. — Москва : Инфра-Инженерия, 2018. — 148 с.
4. Филатов, М.И., Пузаков, А.В. Информационные технологии и телематика на автомобильном транспорте. - учебное пособие изд. - Оренбург: ОГУ: 2016
5. Левин Д.Ю. Концепция интеллектуальной системы управления перевозочным процессом : монография / Левин Д.Ю.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 206 с.