



ФАКУЛЬТЕТ  
ГОРОДСКОГО И  
РЕГИОНАЛЬНОГО  
РАЗВИТИЯ

ИНСТИТУТ  
ЭКОНОМИКИ  
ТРАНСПОРТА И  
ТРАНСПОРТНОЙ  
ПОЛИТИКИ

**ОРГАНИЗАТОР «ФОРУМА ДОРОЖНЫХ ИНИЦИАТИВ»:  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ АВТОДОР**

**«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ В  
ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

**АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТРАФИКА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ДОРОГАХ ПРИ УСЛОВИИ БЕСПЛАТНОГО И ПЛАТНОГО  
ВАРИАНТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

КУЛАКОВ АЛЕКСАНДР ВЯЧЕСЛАВОВИЧ  
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА ЭКОНОМИКИ ТРАНСПОРТА И  
ТРАНСПОРТНОЙ ПОЛИТИКИ

ГОРОД СОЧИ 30 МАЯ – 01 ИЮНЯ 2022 ГОДА

↓ Определение и согласование параметров транспортной модели в части границ территории для ввода матриц транспортного предложения и транспортного спроса для существующей и перспективных расчетных сценариев.

↓ Проведение полевых и камеральных исследований с целями определения пиковых и суточных интенсивностей движения, детализированных по составу потока.

↓ Оценка базового состояния и перспектив изменения социально-экономических показателей, демографической ситуации и уровня автомобилизации региона.

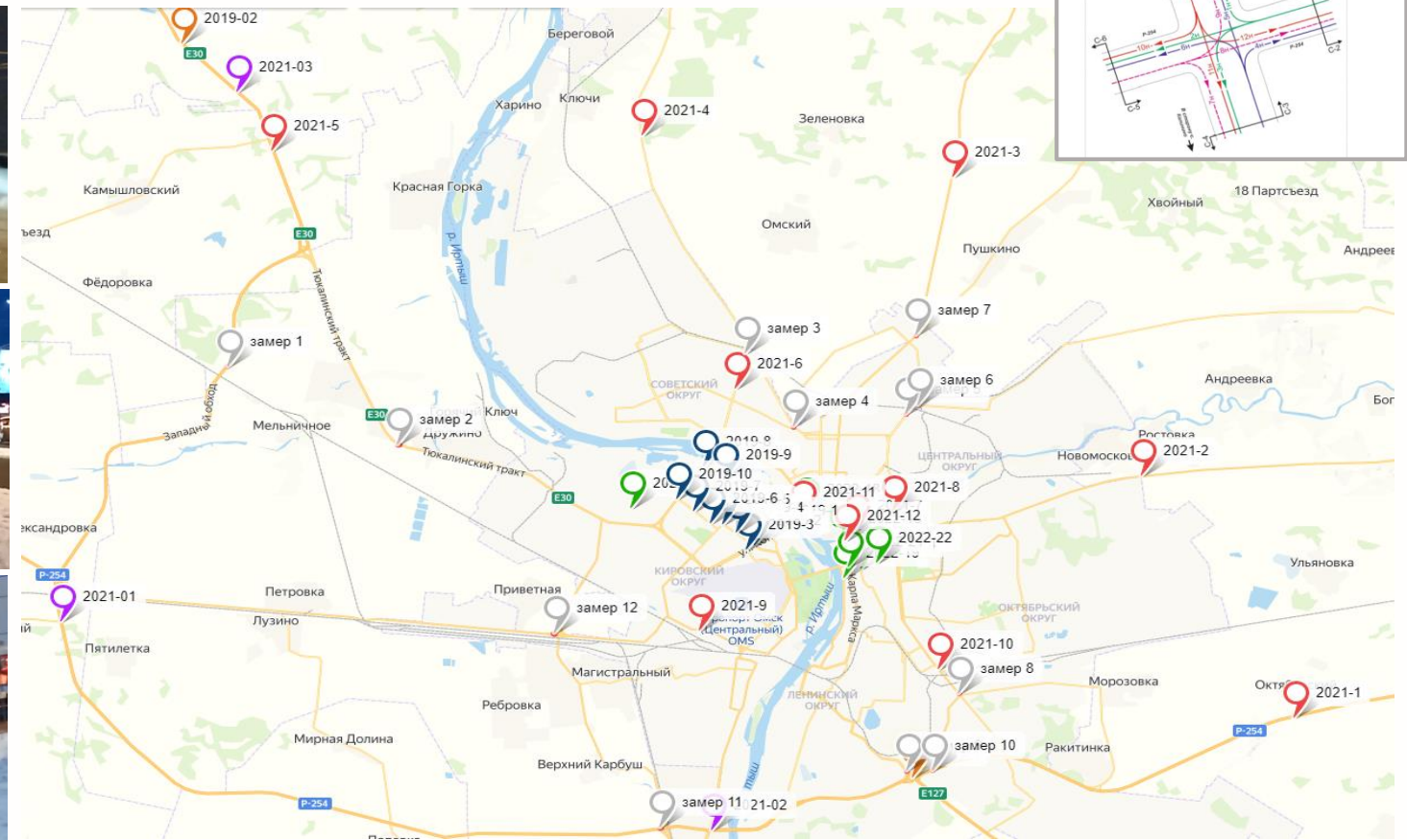
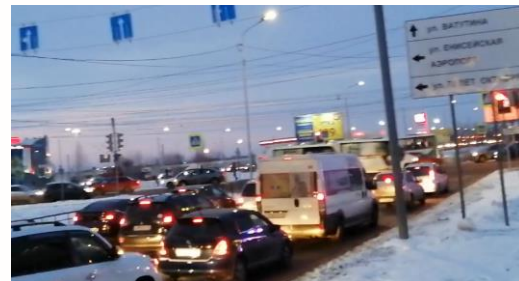
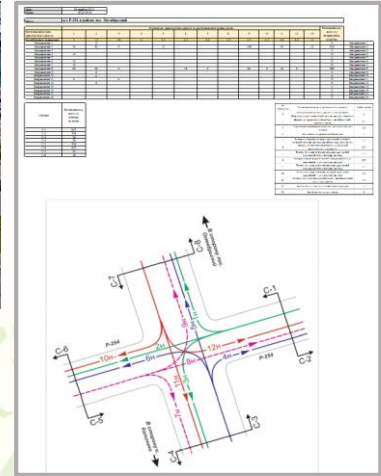
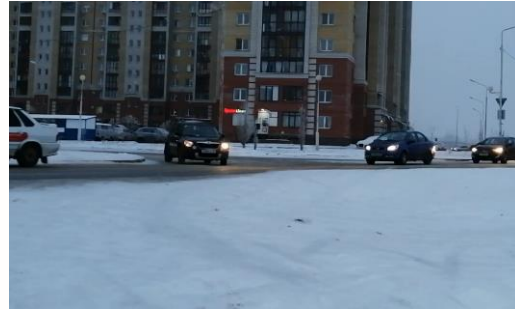
↓ Расчет коэффициентов изменений для прогнозных сценариев с учетом актуальных прогнозов развития региона и Российской Федерации (с учетом индикаторов и показателей Транспортной стратегии Российской Федерации).

↓ Оценка готовности платить за проезд с определением расчетной «цены времени» среднего автовладельца, оцененного косвенным образом – по величине месячной заработной платы по информации Росстата.

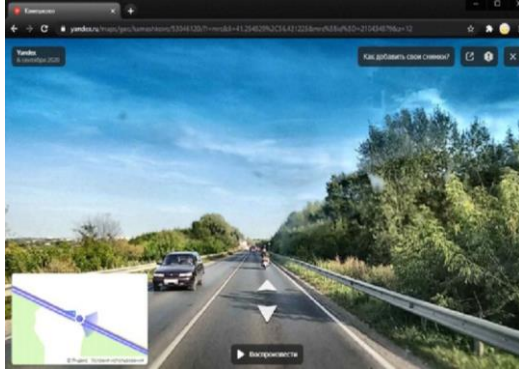
↓ Построение зависимостей значений расчетного транспортного спроса от изменения тарифа в рублях, а также изменения доходности от изменения тарифа.

↓ Расчет эластичности спроса при пользовании проектируемой автодорогой на платной основе в зависимости от расчетной оценки стоимости экономии времени в пути и существующих среднемесячных значений заработной платы работников.

# СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ И ЦЕЛИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАМЕРОВ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ПОТОКА



Камеральный анализ по ресурсам "Яндекс-зеркала" и "Яндекс-панорамы" действующих режимов управления потоками, а также интенсивности движения на ключевых перегонах (по списку) проводится по следующей методике:



После выбора маршрута, по кадрам съемки предобученная нейронная сеть с помощью алгоритмов компьютерного зрения считает количество транспортных средств разных категорий. Важно: повтор изображений одного ТС невозможен, т.к. отфильтровывается. По исходным и выходным файлам делается расчет пройденного расстояния, скорости, плотности потока на замеряемом маршруте.

Далее расчет интенсивности:

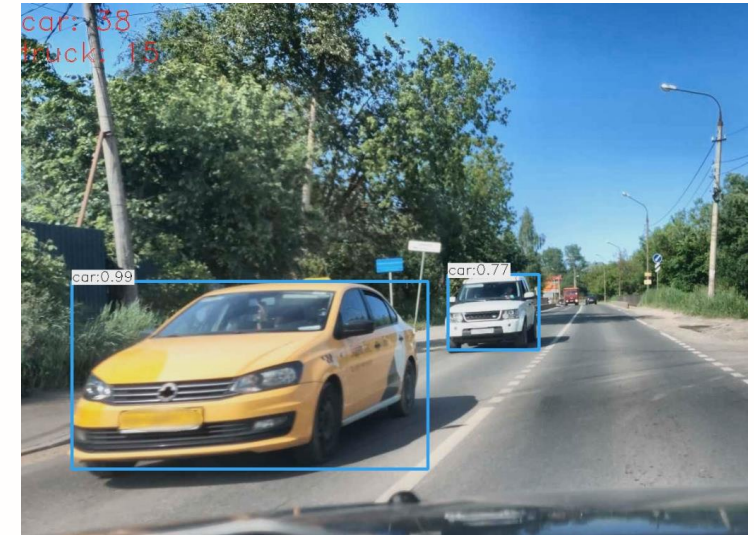
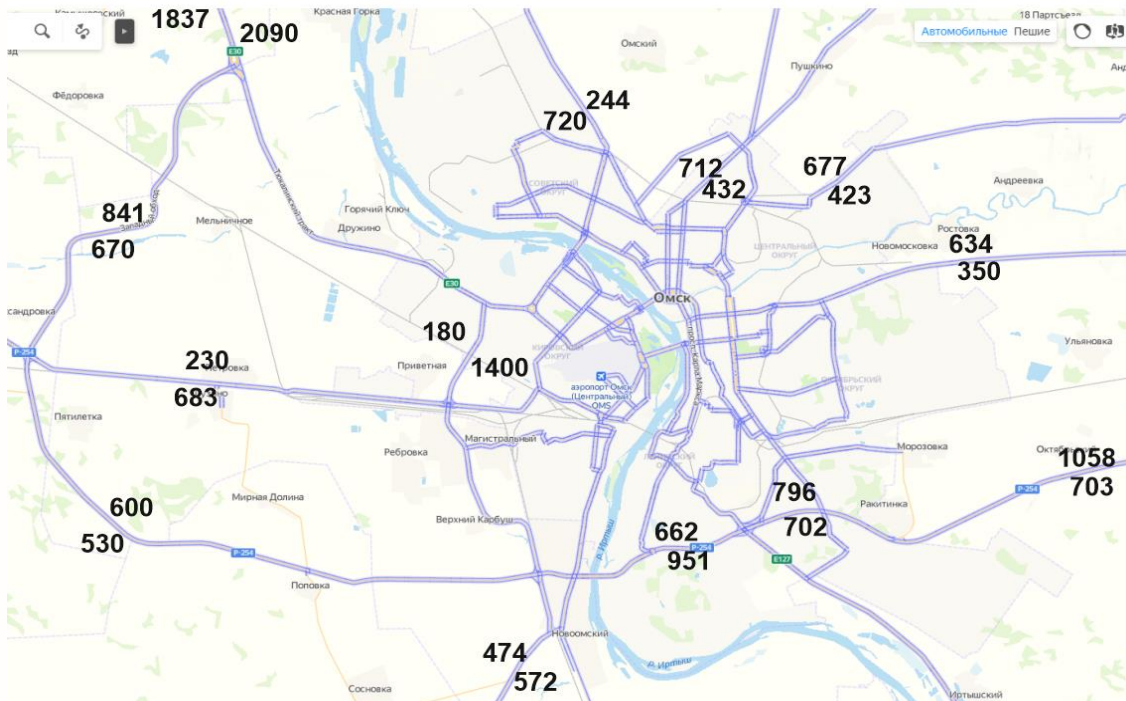
$$N_a = V_a * Q_a, \text{ где}$$

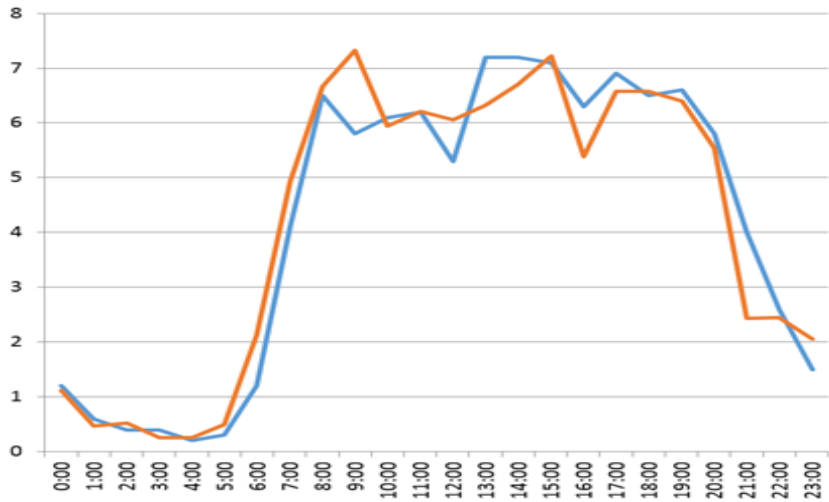
$N_a$  - фактическая интенсивность движения транспорта, авт/час;

$V_a$  — значение средней скорости транспортного потока, км/час;

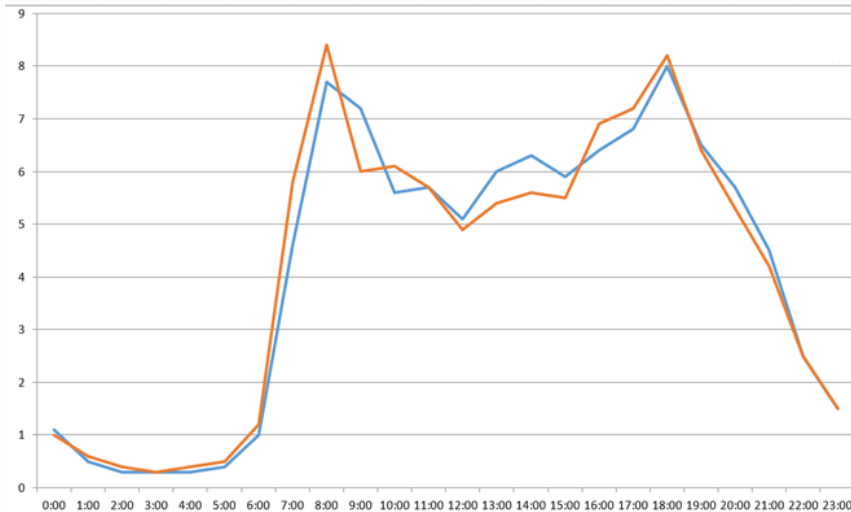
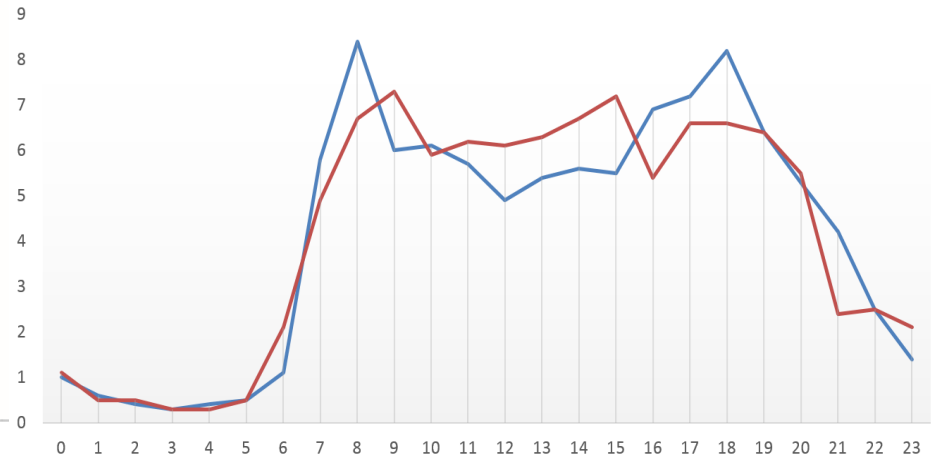
$Q_a$  — плотность транспортного потока, авт/км

Ниже результат расчета.





С целью определения суточной неравномерности движения транспортных потоков в рамках натурного обследования проводятся суточные замеры интенсивности и состава транспортных потоков в разных сечениях.

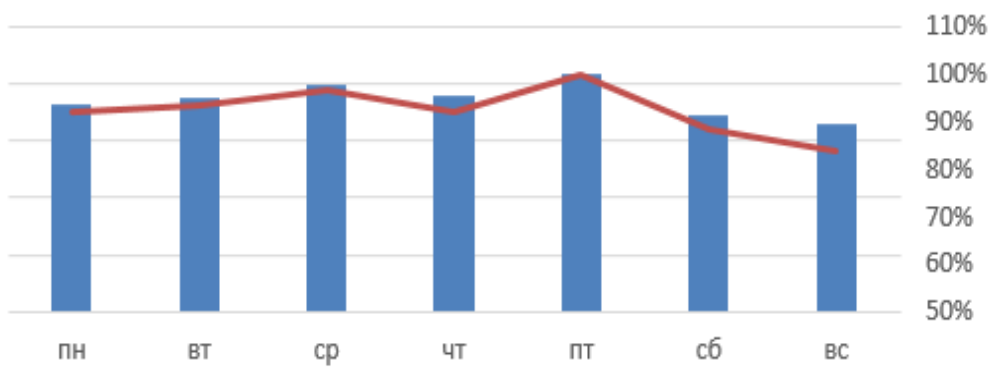


Усредняя полученные по замеренным сечениям результаты, получаем % (в среднем в различных регионах в последнее время наблюдаются значения порядка 7-9%) пиковой часовой интенсивности движения к объему суточной интенсивности транспортного потока.

Для расчета % при платном использовании автодороги дополнительно к расчету учитываются значения статистики распределения транспортного спроса на действующих в РФ платных дорогах. На основании данного значения будет проведен пересчет пикового модельного спроса в суточное значение.



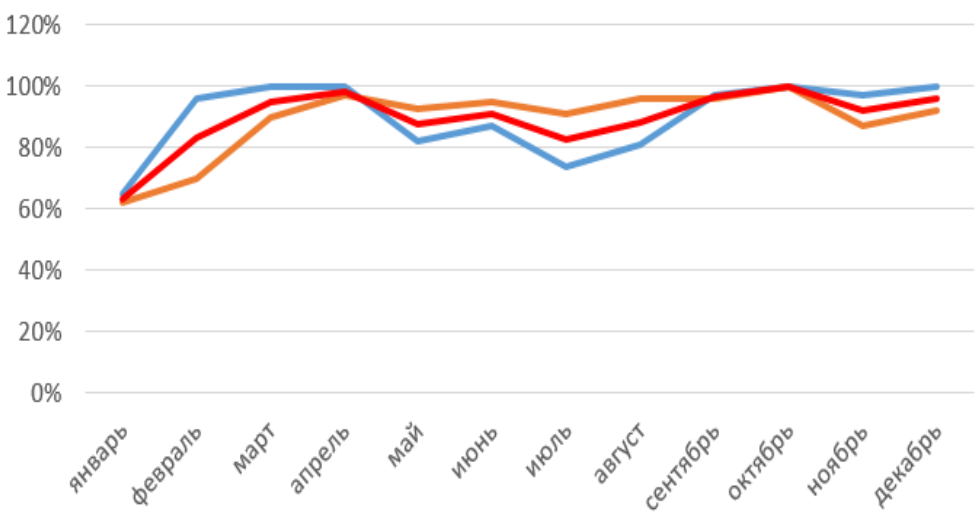
## Среднее распределение транспортного спроса по дням недели



Метод анализа расчета интенсивности движения в годовом цикле проводится поэтапно.

На первом этапе проводится расчет распределения показателей значений загрузки сети по дням недели. Результаты загрузки дней недели в различных регионах имеют отличия. Как правило, наиболее загруженными днями недели являются вторник, среда, четверг и пятница.

## Интенсивность движения по месяцам



На втором этапе проводятся аналитические исследования распределения транспортного спроса по различным месяцам года.

Для пересчета значений спроса и транспортной работы в значения каждого месяца и, в последствии, в год, рассчитываются коэффициенты изменения транспортного спроса в годовом цикле к месяцу проводимых замеров и разработанной транспортной модели.

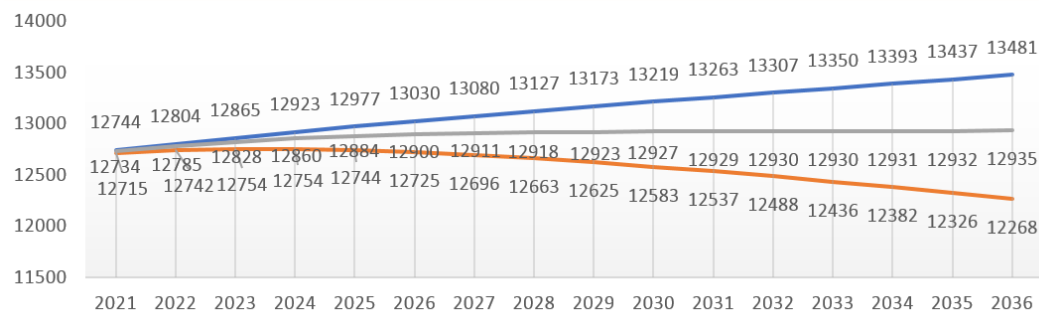
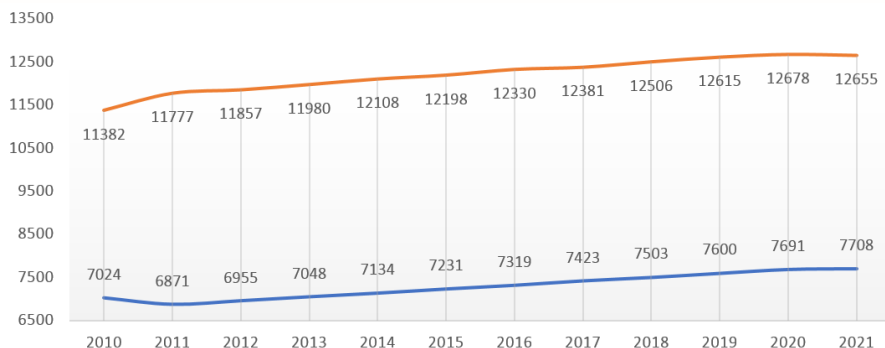
# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ ИЗМЕНЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ



Оценка проводится на основании показателей изменения ситуации в части:

- демографической ситуации в динамике: до момента проводимого анализа и ее прогноз на перспективу;
- уровня автомобилизации региона с прогнозом на перспективу;
- иных актуальных прогнозов развития региона и Российской Федерации.

Расчет коэффициентов изменений для прогнозных сценариев также базируется на индикаторах и показателях Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации № 3363-р от 07 ноября 2021 года.



Показатель	Единица измерения	2019 год	2024 год	2030 год	2035 год
Целевые индикаторы					
Транспортная подвижность населения (включая поездки на личном автомобиле)	тыс. пассажиро-километров на одного человека в год	8,6	9,3	14,2	15,6
Пассажирооборот транспорта общего пользования (городское сообщение без учета пригородных перевозок)	млрд. пассажиро-километров в год	89	92	98,4	102,9

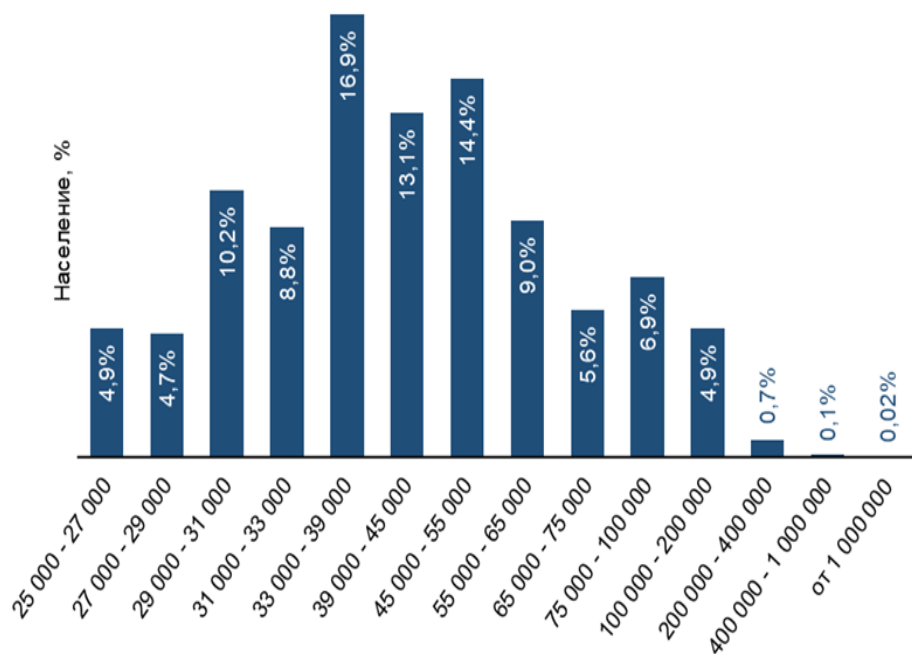
Грузовые перевозки по видам транспорта	2019 год	2024 год	2030 год	2035 год
Базовый				
Общий объем грузовых перевозок (без учета трубопроводного транспорта)	7122	7633	7971	8342
Автомобильный транспорт	5735	5906	6117	6300
Железнодорожный транспорт	1279	1604	1670	1820
Внутренний водный транспорт	108	123	184	222

# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ПЛАТИТЬ ЗА ПРОЕЗД С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ РАСЧЕТНОЙ «СТОИМОСТИ ВРЕМЕНИ» СРЕДНЕГО АВТОВЛАДЕЛЬЦА.



Готовность платить (willingness to pay) – это сумма, которую пользователь готов заплатить, чтобы сократить продолжительность своей поездки, или сумма, которую он готов принять в виде компенсации за потерянное время. При этом готовность платить за проезд в том или ином размере будет отражать реальную «стоимость времени» автовладельца. Исчисление реальной стоимости времени среднего автомобилиста проведено косвенным образом – по величине месячной заработной платы жителей региона по информации Федеральной службы государственной статистики (Росстат).

Расчет эластичности спроса проводится в зависимости от расчетной оценки стоимости экономии времени, а эластичность показывает степень чувствительности транспортного спроса к изменению тарифа.





Разработка базовой статической транспортной модели существующего положения по результатам обработки всех проведенных исследований.

Проведение калибровки модели до момента достижения ею параметров, адекватных существующей на данный момент дорожно-транспортной ситуации.

Статическое моделирование распределения спроса для существующей ситуации.

Разработка статической транспортной модели на 1-й год эксплуатации автодороги.

Проведение модельных расчетов для бесплатного варианта, а также для платного варианта с различными тарифами с расчетом зависимостей «стоимость проезда – спрос на движение», «стоимость проезда – доходность».

Определение оптимальной стоимости проезда одного километра дороги.

Разработка статической транспортной модели на перспективные периоды.

Проведение расчетов распределения транспортного спроса на статической модели для прогнозных 5-летних периодов эксплуатации автодороги с использованием оптимального тарифа. Составление цифрограмм транспортного спроса для расчетного пикового часа, а также сводных таблиц для суточного, недельного, квартальных и годового периодов.

Инженерный расчет прогноза интенсивности для промежуточных лет методом интерполяции. Расчет транспортной работы и выручки Проекта на каждый год.

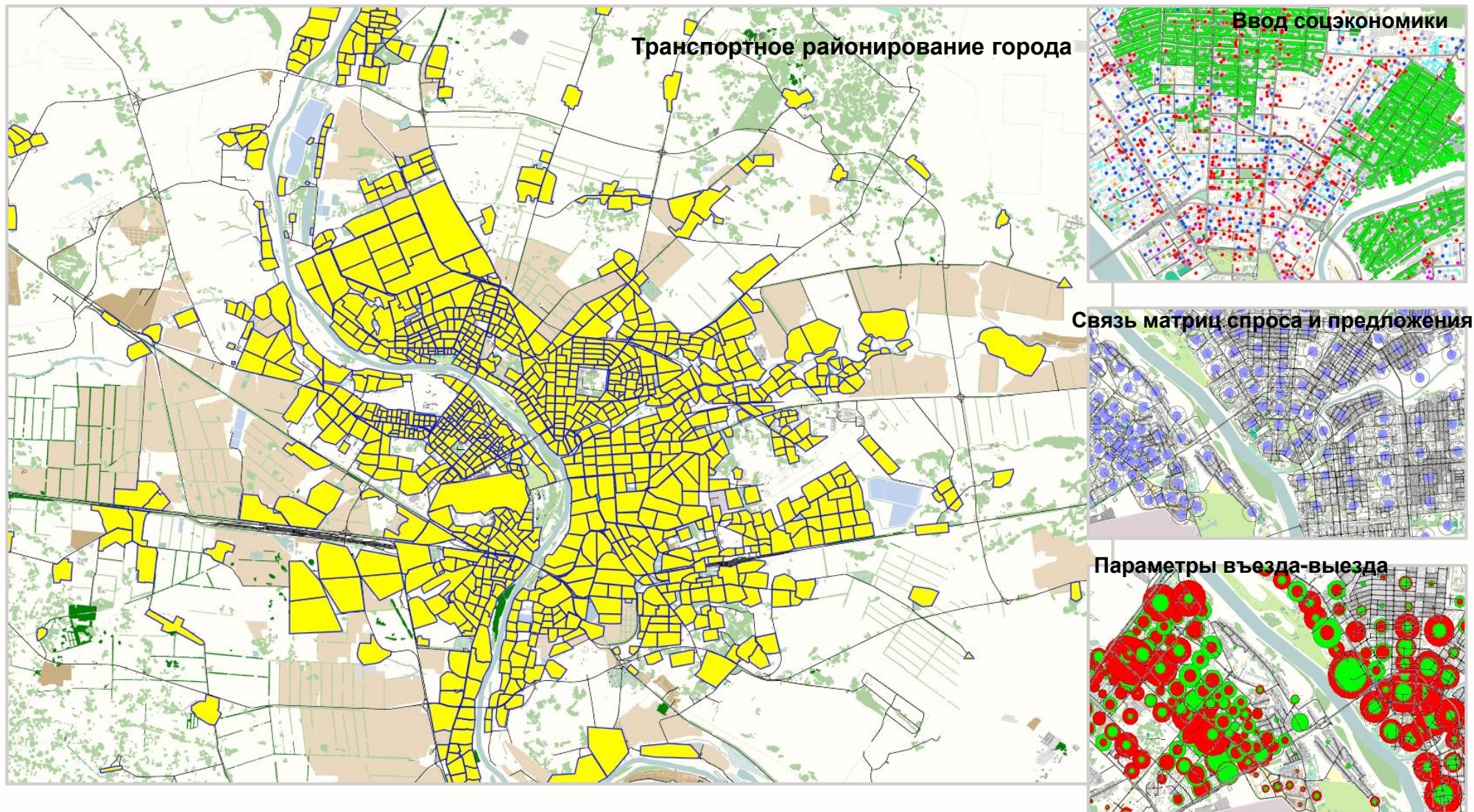
# ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ МАКРОМОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ЧАСОВОГО ТРАФИКА

1 ЭТАП. Создание матрицы предложения – транспортная инфраструктура для существующего и проектного вариантов

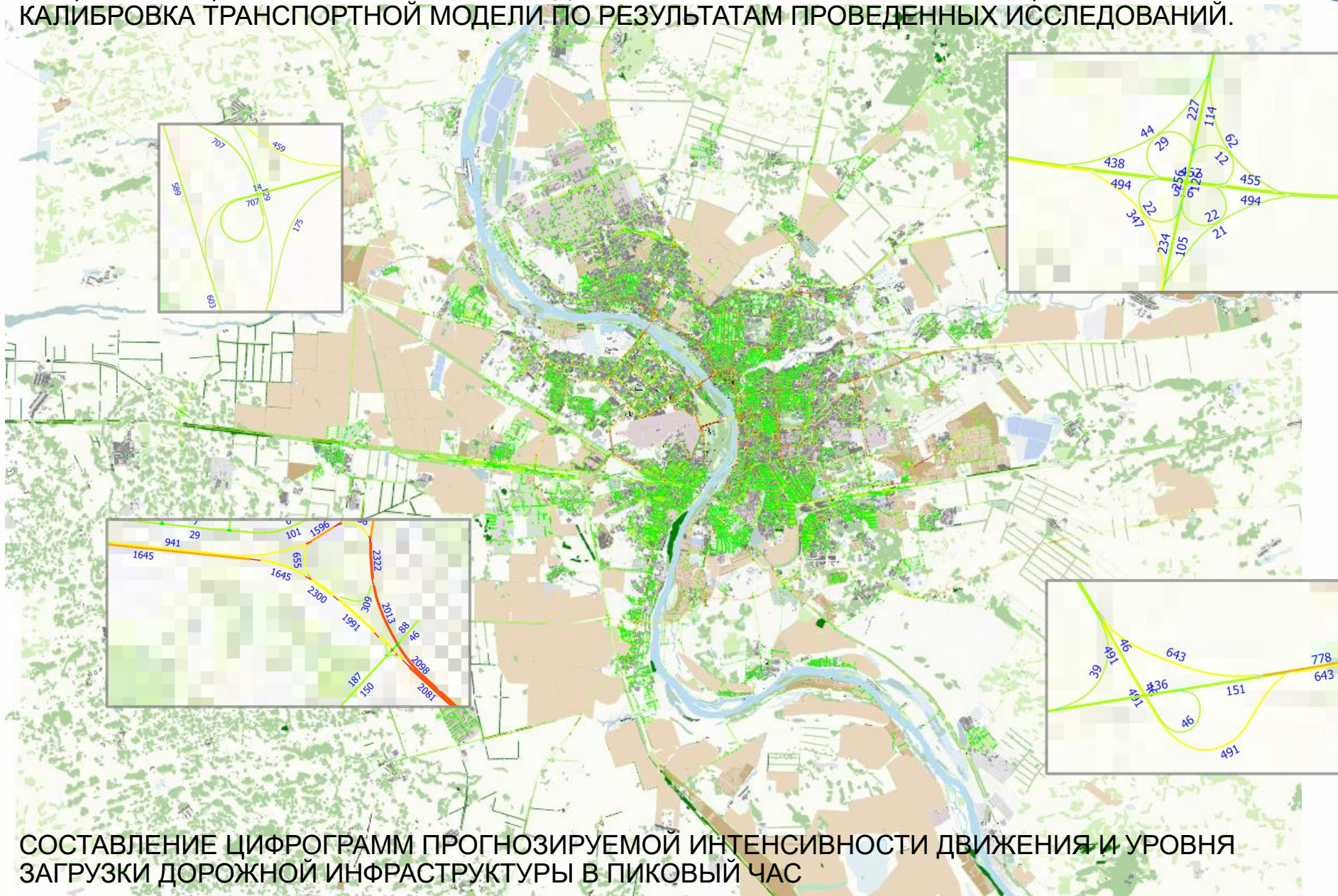


# ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ МАКРОМОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ЧАСОВОГО ТРАФИКА

2 ЭТАП. Создание матрицы спроса – транспортное районирование, ввод в районы показателей социально-экономического положения, расчет матриц корреспонденций (въезда-выезда) для существующего и проектного вариантов



СТАТИЧЕСКОЕ МАКРОМОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА ДЛЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ И ПРОГНОЗИРУЕМОЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИТУАЦИИ.  
КАЛИБРОВКА ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.



СОСТАВЛЕНИЕ ЦИФРОГРАММ ПРОГНОЗИРУЕМОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И УРОВНЯ ЗАГРУЗКИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПИКОВЫЙ ЧАС

# ПРИМЕР ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЫХОДНЫХ РАСЧЕТНЫХ ДАННЫХ ТРАФИКА НА ПЛАТНОЙ АВТОДОРОГЕ



направление	УЧАСТОК	Час				Привед. единиц Интенсивность
		1 класс Интенсивность	2 класс Интенсивность	3 класс Интенсивность	4 класс Интенсивность	
A	1	233	5	9	65	530
B	1	292	7	11	81	663
A	2	253	6	10	70	574
B	2	219	5	8	61	499
A	3	217	5	8	61	494
B	3	216	5	8	60	491
A	4	227	5	9	63	516
B	4	227	5	9	63	516
A	5	371	8	14	103	842
B	5	212	5	8	59	482
A	6	384	9	15	107	873
B	6	208	5	8	58	472
СРЕДНЕЕ В ОБА НАПРАВЛЕНИЯ:		510	12	19	142	1 158

Модельные расчеты параметров прогнозируемого трафика на проектируемой автодороге для часовых временных интервалов проводятся с целью определения количества транспортных средств, проходящих через выбранные сечения на каждом направлении каждого участка автодороги.

направление	УЧАСТОК	Сутки					Неделя			
		1 класс Интенсивность	2 класс Интенсивность	3 класс Интенсивность	4 класс Интенсивность	Привед. единиц Интенсивность	1 класс Интенсивность	2 класс Интенсивность	3 класс Интенсивность	4 класс Интенсивность
A	1	2 574	58	97	717	5 849	16 474	374	624	4 587
B	1	3 218	73	122	896	7 315	20 601	468	780	5 735
A	2	2 788	63	106	776	6 336	17 846	406	676	4 969
B	2	2 422	55	92	674	5 504	15 502	352	587	4 316
A	3	2 399	55	91	668	5 453	15 357	349	582	4 276
B	3	2 384	54	90	664	5 418	15 259	347	578	4 248
A	4	2 505	57	95	697	5 693	16 035	364	607	4 464
B	4	2 506	57	95	698	5 696	16 042	365	608	4 466
A	5	4 090	93	155	1 139	9 295	26 180	595	992	7 289
B	5	2 341	53	89	652	5 320	14 985	341	568	4 172
A	6	4 239	96	161	1 180	9 634	27 133	617	1 028	7 554
B	6	2 293	52	87	638	5 211	14 677	334	556	4 086
СРЕДНЕЕ В ОБА НАПРАВЛЕНИЯ:		5 626	128	213	1 566	12 787	36 015	819	1 364	10 027

Расчеты параметров прогнозируемого трафика на проектируемой автодороге для суточного, недельного и годового временных интервалов проводятся с целью определения:

- транспортной работы на всех направлениях всех участков автодороги;
- среднесуточного среднегодового значения интенсивности движения;
- доходности, полученной от проезда транспортными средствами различных классов отдельных участков проектируемой автодороги.

направление	УЧАСТОК	за год				количество приведенных единиц за год	протяженность участка А/Д, метров	годовая доходность по 1 классу	годовая доходность по 2 классу	годовая доходность по 3 классу	годовая доходность по 4 классу
		1 класс Интенсивность	2 класс Интенсивность	3 класс Интенсивность	4 класс Интенсивность						
A	1	829 886	21 987	36 645	269 344	4 643 204	10715	26 676 688	1 413 563	3 533 908	34 632 294
B	1	1 037 358	27 495	45 825	336 815		10715	33 345 860	1 767 661	4 419 153	43 307 703
A	2	912 875	23 819	39 698	291 777	среднесуточный среднегодовой	6640	18 184 464	948 930	2 372 324	23 248 780
B	2	829 886	20 690	34 484	253 455		6640	16 531 331	824 298	2 060 746	20 195 312
A	3	829 886	20 497	34 161	251 085	12 721	12500	31 120 728	1 537 255	3 843 138	37 662 748
B	3	829 886	20 366	33 943	249 478		12500	31 120 728	1 527 418	3 818 544	37 421 735
A	4	954 369	21 401	35 668	262 157	годовой доход, рублей	5515	15 790 035	708 145	1 770 362	17 349 543
B	4	954 369	21 411	35 685	262 285		5515	15 790 035	708 492	1 771 230	17 358 054
A	5	1 244 829	34 941	58 234	428 022	892 882 208	12155	45 392 693	2 548 216	6 370 539	62 431 284
B	5	829 886	19 999	33 332	244 989		12155	30 261 796	1 458 537	3 646 342	35 734 153
A	6	1 593 370	36 213	60 355	443 609	62595	15070	72 036 249	3 274 375	8 185 937	80 222 186
B	6	861 885	19 588	32 647	239 957		15070	38 965 828	1 771 174	4 427 935	43 393 763
СРЕДНЕЕ В ОБА НАПРАВЛЕНИЯ:		1 951 414	48 068	80 113	588 829	892 882 208	62595	375 216 432	18 488 063	46 220 159	452 957 574

**АДРЕС:**

г. Москва, ул. Мясницкая, д 11

Тел.: 8 (495) 772-95-90, доб. 12375

E-mail: [itetps@hse.ru](mailto:itetps@hse.ru)

Сайт: [itetps.hse.ru](http://itetps.hse.ru)



**ФАКУЛЬТЕТ  
ГОРОДСКОГО И  
РЕГИОНАЛЬНОГО  
РАЗВИТИЯ**

**ИНСТИТУТ  
ЭКОНОМИКИ  
ТРАНСПОРТА И  
ТРАНСПОРТНОЙ  
ПОЛИТИКИ**