

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/47TVN516.pdf>

Статья опубликована 27.10.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Немчинов Д.М., Кочетков А.В. Оценка удобства сообщения по сети автомобильных дорог // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/47TVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 625.7/8

Немчинов Дмитрий Михайлович

АО «Центр технического и сметного нормирования в строительстве», Россия, Москва

Руководитель группы

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: ndmdom@mail.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, Пермь¹

Доктор технических наук, профессор

E-mail: soni.81@mail.ru

Оценка удобства сообщения по сети автомобильных дорог

Аннотация. В статье рассматривается вопрос удобства пользования сетями автомобильных дорог на основе сравнения сетей дорог Подмосковья и северной Италии, предложена методология сравнения уровня удобства пользования сетями дорог. Существуют пути и методы создания надежного комплекса из ненадежных элементов. Одним из таких путей является параллельное соединение деталей и элементов, носящее название кратного резервирования или резервирования дублированием. Имеются и другие методы: снабжение элементов функциональной избыточностью, автоматическое предупреждение о возможности отказа элемента и автоматический ввод в действие аварийных цепей. Одним из важных способов является замещение недостающей надежности одного элемента через функциональное и структурное раскрытие возможностей другого. В Подмосковье фактически нет системно функционирующей сети автомобильных дорог, а есть набор отдельных автомобильных дорог. При возникновении каких-либо затруднений объехать заторы практически невозможно. Сеть дорог Российской Федерации является слабо развитой, не обеспечивающей сложившийся в мире уровень обеспечения удобства движения.

Ключевые слова: сеть автомобильных дорог; планирование; структура сети; транзит; пропускная способность; схема планировки; концентрация; диагонали; кольцевые магистрали; транспортный узел; центр; прямое направление; транспортный поток

Введение. Интенсивная автомобилизация общества, проявляющаяся в резком повышении плотности транспортных потоков, неизбежно сопровождается усилением нарушающих движение воздействий со стороны самых разнообразных случайных факторов, из которых наиболее частыми являются дорожно-транспортные происшествия (ДТП).

¹ 410022, г. Саратов, ул. Азина, д. 38 «В», кв. 4

ДТП возникают на любых участках автомобильных дорог и тем самым создают помехи движению, как правило, требующие значительного времени для их устранения. В результате возникают транспортные заторы, длина которых достигает многих километров даже на многополосных дорогах. В этих условиях очень важно обеспечить движение автотранспорта по нужным направлениям. В этом состоит один из факторов, определяющих удобство пользования сетью автомобильных дорог. Как известно [1], сто процентную надежность автомобильных дорог не удастся обеспечить.

Существуют пути и методы создания полностью надежного комплекса из ненадежных элементов. Одним из таких путей является параллельное соединение деталей и элементов, носящее название кратного резервирования или резервирования дублированием. Имеются и другие методы: снабжение элементов функциональной избыточностью, автоматическое предупреждение о возможности отказа элемента и автоматический ввод в действие аварийных цепей. Одним из важных способов является замещение недостающей надежности одного элемента через функциональное и структурное раскрытие возможностей другого.

Критерии качества пользования автомобильными дорогами. Основными показателями при формулировании критерия качества (удобства) пользования являются: возможность движения по заданному направлению из пункта А в пункт Б, продолжительность и безопасность движения.

Продолжительность движения можно оценить с помощью выражения:

$$F_1 = \int_{S_A}^{S_B} dS / V_S, \quad (1)$$

где: S_A – координата пункта отправления автомобиля; S_B – координата пункта прибытия автомобиля; V_S – скорость движения на отрезке $S_A - S_B$.

Безопасность движения автомобиля в потоке прежде всего определяется возможностью его столкновения с другим транспортным средством. Условие безопасности может быть записано в виде:

$$F_2 = \max S \int_0^T |(V_1 - V_2)| dt \leq |L_1^d - L_2^d|, \quad (2)$$

где: V_1 – скорость ведомого автомобиля; V_2 – скорость автомобиля – лидера; L_1^d – динамический габарит ведомого автомобиля; L_2^d – динамический габарит автомобиля – лидера.

Удобство поездки (пассажиров, водителей) можно оценить величиной среднего значения линейного и центростремительного ускорения на участке в соответствии с неравенствами:

$$F_3 = \max |V| \leq j_0, \quad (3)$$

$$F_4 = \max |\omega V| \leq \mu g, \quad (4)$$

где: ω – угловая скорость автомобиля; $j_0, \mu g$ – допустимые значения ускорений.

Есть ещё факторы: уверенность управления автомобилем (связан с понятием устойчивости автомобиля): фактор экономичности работы водителя (связанный с управлением расходом топлива, частотой и углами поворота руля). Но они в основном связаны с режимом управления автомобилем и лишь частично с извилистостью трассы дорог.

Многочисленность факторов, влияющих на удобство движения приводит к необходимости введения функционала цели. Назовем функцией цели общий функционал, учитывающий критерии удобства (качества) пользования сетью дорог. В первом

приближении можно взять для этого линейную суперпозицию названных выше функционалов:

$$\Phi_y = p_1 F_1 + p_2 F_2 + p_3 F_3 + p_4 F_4 + p_5 F_5 + \dots + p_n F_n, \quad (5)$$

где: $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_n$ – коэффициенты, определяющие влияние каждого из критериев на уровень удобства пользования дорожной сетью (в конечном счете, при достаточно разветвлённой дорожной сети, на выбор дороги для движения).

Показателем качества дорожной сети (своего рода показатель удобства пользования сетью) является критерий тяжести последствий конфликтных ситуаций (используется метод транспортных конфликтов) [2, 3]. Оценка этого показателя осуществляется посредством связи ускорения торможения; кровяного давления у водителей, попавших в ДТП и пятибалльной оценкой тяжести последствий, осуществляемой специалистом – экспертом.

При оценке вариантов проложения трассы одной и той же дороги проводится оценка удобства движения по вариантам – по показателям себестоимости перевозок, расходу топлива, потерь от ДТП с выходом на минимум суммарных приведённых затрат [4].

Следует отметить, что методы, предложенные О.Н. Яковлевым [4], А.И. Должиковым [5], Р.А. Насутавичусом [2] можно реализовать только на уже построенной сети автомобильных дорог. Метод кратного резервирования (дублирования) можно использовать уже на стадии планирования дорожной сети.

Важным показателем формирования критерия качества (удобства) пользования сетью дорог является фактор проезда населённых пунктов, в которых водитель вынужден снижать скорость (в соответствии с правилами дорожного движения и предписывающими дорожными знаками) на перегонных участках (на участках дорог) между светофорами, стоять на перекрестках ожидая разрешающего сигнала светофора, снижать скорость из-за помех движению со стороны пешеходов на дорогах (улицах) населенного пункта (часто возникают помехи из-за животных, стоящей на обочинах дорог сельскохозяйственной техники и т.п.). Следствием является значительная потеря времени, которая учитывается дополнительным фактором:

$$F_5 = \int_1^n SdV, \quad (6)$$

где n – количество проезжаемых по маршруту населенных пунктов.

Продолжительность поездки оценивается затратами времени:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (7)$$

где: t_1 – время движения по первому загородному участку дороги; t_2 – время движения через первый населённый пункт; t_3 – время движения по участку дороги между первым и вторым населёнными пунктами; ... t_n – время движения по последнему (перед объектом прибытия) загородному участку дороги.

Продолжительность движения через населённый пункт:

$$t_2 = (l_1 / V_{нас} + l_2 / V_{нас} + \dots + l_k / V_{нас}) + K (t_{кр} + t_{ж}), \quad (8)$$

где: l_1, l_2, \dots, l_k – длина участков дорог между светофорами; K – число светофоров на маршруте проезда населённого пункта; $t_{кр}, t_{ж}$ – продолжительность запрещающих сигналов светофора.

Есть еще один фактор – F_6 – фактор, учитывающий возможность объезда неблагоприятного участка дороги. Но если он присутствует в функционале, то это означает,

что автомобильная дорога не работает (возник отказ – на дороге существует препятствие, не позволяющее движение автомобилей).

Рассмотрим группу последних показателей, заметно влияющих на удобство пользования на примере реальных дорожных сетей:

- частоту проезда через населённые пункты;
- возможность объездов при возникновении каких-либо препятствий на дороге (дорожно-транспортных происшествий, ремонтных работ и др.);
- потеря времени из-за удлинения пути в случае объезда препятствий на дорогах.

До настоящего времени эта сторона перевозочного процесса, являющаяся прямой функцией уровня развития дорожной сети, не рассматривалась. Чтобы провести такую оценку воспользуемся методом сравнения (сопоставления) сетей автомобильных дорог в разных странах мира (чтобы опираться на мировой опыт дорожного строительства). Для сравнения выберем территории одинакового размера и площади, примерно одинаково экономически и социально развитые, при одинаковом рельефе местности и примерно одинаковом расположении относительно крупных автотранспортных узлов.

Сравнительный анализ сетей. После определенного анализа выбираем для сравнения две территории – одну в Подмоскowie, другую в районе города Милана в Северной Италии (рис. 1, 2 [6, 7]). Москва и Милан - крупнейшие транспортные узлы своих стран, расположены на равнине, территории примерно одинаково развиты в экономическом и социальном отношении. Размеры территорий сравнения – квадрат со сторонами 55 (по меридиану) x 54 (по параллели) км, площадью 2970 км². Граница территории в Северной Италии: от юго-западной границы г. Милана на запад (по параллели) до города Vercelli, далее (по меридиану) на юг через город Casale до параллели, проходящей немного южнее города Tortona, затем (восточнее Tortona) поворот на север, через город Pavia до границы Милана.

В Подмоскowie такой же по размерам квадрат расположен к юго-западу от г. Климовска (южнее городов Подольск и Домодедово), включающий территорию, прилегающую к дорогам М 2, М 4, А 107, А 108, и между ними. На картах рисунков 1 и 2 хорошо видно функциональное деление дорог – указаны федеральные, региональные и местные дороги (в России) и автострады (платные), региональные автомобильные дороги разного уровня значимости и технического совершенства и местные дороги (Италия).

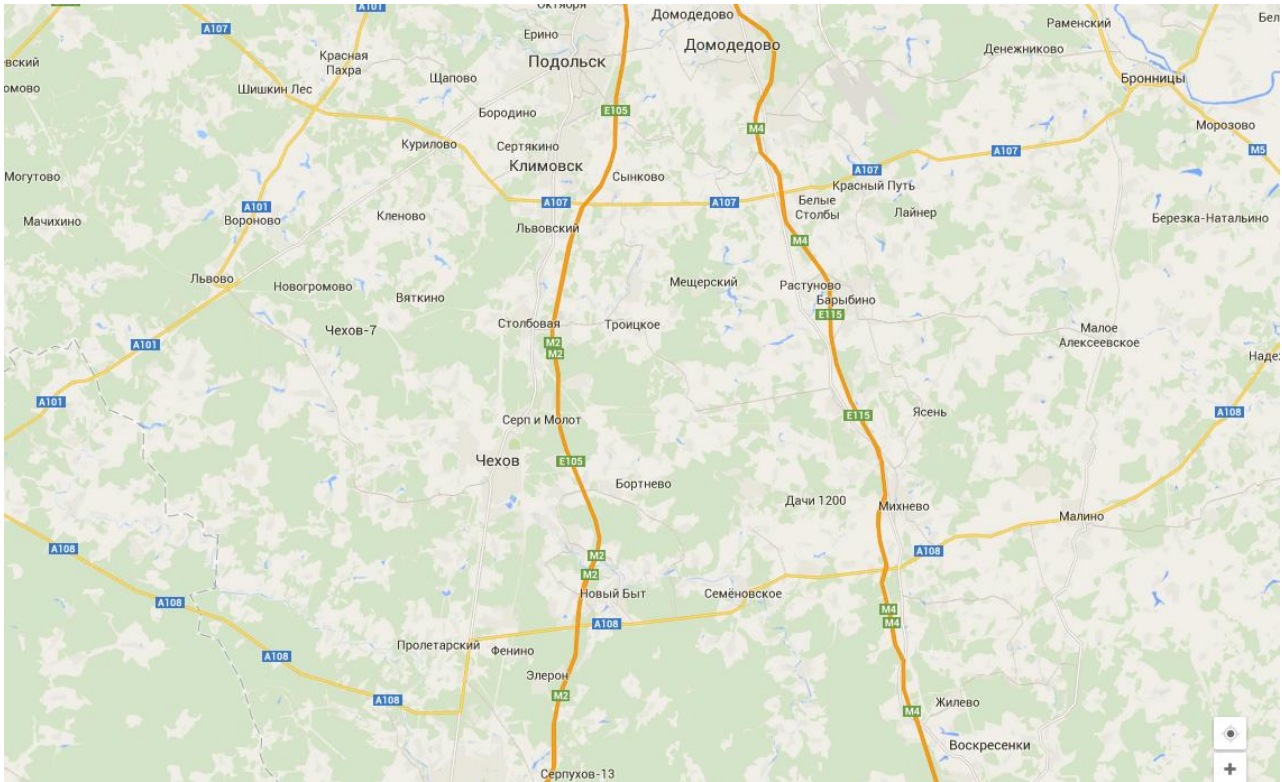


Рисунок 1. Карта автомобильных дорог в Подмосковье в районе Климовска, Московская область (Топографическая карта. М., 1992)

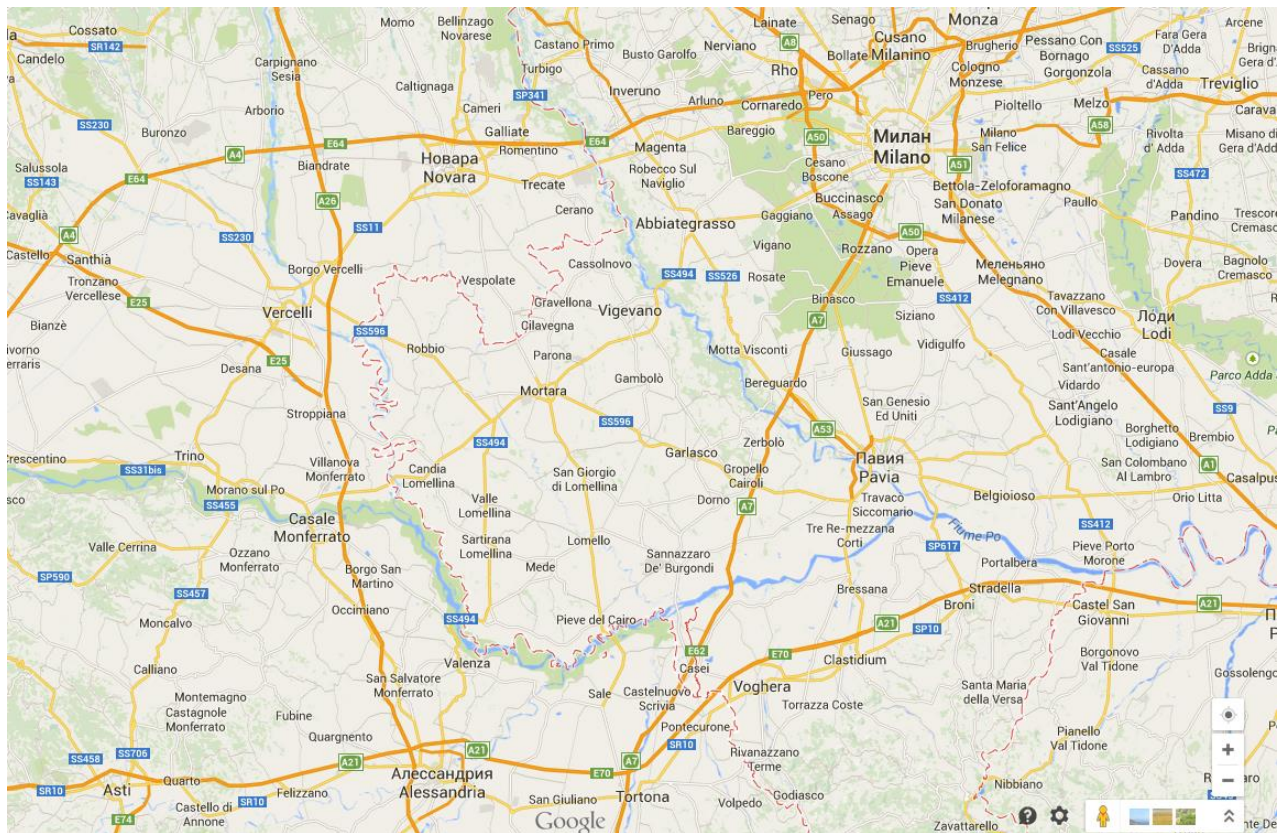


Рисунок 2. Карта автомобильных дорог севера Италии в районе Милана (Italia settentrionale. Carta stradale e turistica. 2002)

Показатели развития сети автомобильных дорог этих территорий представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели развития сетей автомобильных дорог сопоставляемых территорий России и Северной Италии

Дороги	Россия		Италия	
	Числовой показатель	%	Числовой показатель	%
1. Магистральные дороги (автотрасты, федеральные), км	80,75	29,64	179,1	22,85
2. Региональные, км	191,69	70,36	604,8	77,15
3. Общая длина сети (п.1 + п.2), км	272,44	100	783,9	100
5. Плотность сети дорог, км/2916 км ² :				
- магистральных	0,028	29,79	0,061	22,68
- региональных	0,066	70,21	0,207	77,32
- магистральных + региональных	0,094	100	0,269	100

Таблица 1 показывает относительную ценность некоторых способов оценки развития сети автомобильных дорог. Например, в процентах соотношение магистральных и региональных дорог на рассматриваемых территориях Подмосковья и Северной Италии вполне сопоставимо – по длине и по плотности сети. Однако численные показатели отличаются достаточно разительно: по длине магистральных дорог – в 2,22 раза, по длине региональных дорог – в 3,16 раза в пользу Северной Италии.

Если учесть высочайший технический уровень платных автострад в Италии и сравнительно невысокий (мягко говоря) федеральных автомобильных дорог М2, А 107, А 108), то становится ясным, что транспортные возможности первых (пропускная способность, вероятная скорость движения, уровень безопасности и комфорта) значительно превосходят возможности вторых.

То же можно сказать и о региональных дорогах (для России это дороги Подольск – Кресты – Белоусово; Серпухов – Чехов – Щербинка; Серпухов – Балабаново; Чехов – Кресты – Чирково - далее в Москву; Протвино – Жуков).

Важным вопросом развития сети дорог является возможность объезда возникающих по разным причинам заторов на дорогах. Вопрос стоит так: есть такая возможность или нет, если есть, то насколько удлиняется и затрудняется поездка? Возможности объезда таких заторов, возникающих на магистральных дорогах Италии, можно оценить по карте рис. 2.

С юга (например, от Tortona к Милану можно проехать по нескольким маршрутам: А7 (61,6 км); А21 и региональной дороге через Valenza - Mortara (99,2 км); по части дороги А21 и региональной дороге через Pavia (70 км); по автострадам, расположенным за пределами рассматриваемой территории, но близко к ней - А21, А26 и А4 (126 км).

Есть еще возможные маршруты (не менее 3-4). Удлинение пути (при сохранении, в целом, благоприятных условий движения, составляет, соответственно, 1,6 раза; 1,14 раза; 2 раза. В последнем случае весь маршрут проходит по платным автострадам, поэтому проигрыш во времени по сравнению с другими объездными маршрутами не должен быть уж очень велик.

По карте рисунка 1 можно оценить возможность объезда по сети дорог рассматриваемого участка Подмосковья. При движении из Москвы возможны маршруты: федеральная дорога М2 (от северной границы участка до южной границы - 57 км); региональной дороге Подольск - Серпухов (55,25 км, при проезде через города Подольск,

Чехов и Серпухов); региональной дороге Подольск – Кресты – Чехов – Серпухов (92,25 км); Подольск – Кресты – Воробья – Верх. Колодези – Серпухов (99,88 км).

Возможно доехать до Серпухова от Подольска через Белоусово – Жуков, но это еще большее удлинение. С учётом разницы расстояния от границы Москвы (МКАД) до северной границы рассматриваемой территории Подмосковья перепробег (по сравнению с маршрутом по М2) составляет: по старой дороге Подольск – Климовск – Чехов – Серпухов – 0,97 (но значительна потеря времени из-за необходимости проезда городов Подольск, Чехов, Серпухов); по маршруту Подольск - Кресты – Чехов – Серпухов – более 1,62 раза, плюс потеря времени при проезде городов Чехов и Серпухов; по маршруту Подольск – кресты – Воробья – Верх. Колодези – Серпухов - в 1,75 раза при проезде городов Подольск и Серпухов. Есть маршрут с увеличением длины проезда более, чем в два раза.

В среднем по трем наикратчайшим маршрутам перепробег (в км) составляет:

В Италии 1,14 1,6 2,0;

В России 0,97 1,62 1,75.

Различаются условия движения: дорожные (в России это не автострады, а дороги 2 и 3 технической категории в посредственном техническом состоянии); необходимость проезда через крупные города (в России через Подольск, Чехов, Серпухов); в Италии все маршруты проходят мимо городов или обходят их). Маршруты объездов рассмотрены в пределах рассматриваемой территории (квадрат 54x54 км).

Выводы. Изложенное (таблицы и примеры) приводят к выводу, что в Подмосковье фактически нет системно функционирующей сети автомобильных дорог, а есть набор отдельных автомобильных дорог. При возникновении каких-либо затруднений объехать заторы практически невозможно.

Карта автомобильных дорог Северной Италии помимо многих вариантов возможных маршрутов движения автотранспорта демонстрирует факт прохода всех магистральных дорог (автострад) мимо (подчеркиваем, мимо, а не в обход) городов [8, 9, 10, 11], чтобы не смешивать транзитные и местные транспортные потоки и тем самым не создавать серьезных транспортных проблем – перегрузки улиц транспортом, заторов, значительного снижения скоростей движения.

Общий вывод – с позиции удобства сообщений по дорогам Российской Федерации ее сеть дорог является слабо развитой, не обеспечивающей сложившийся в мире уровень обеспечения удобства движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, В.Н. Системный подход к оценке обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах / Труды МАДИ. Вып. 33. – М.: МАДИ. 1972. – С. 4-10.
2. Насутавичюс, Р.А. Некоторые особенности применения метода транспортных технических конфликтов при выявлении опасных участков дорог / Пути повышения безопасности дорожного движения. Тезисы докладов и сообщений V Всесоюзной науч.-техн. конференции. – Вильнюс: ВИСИ. 1985. – С. 47-48.
3. Немчинов М.В., Систер В.Г., Силкин В.В., Рудакова В.В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог. - М.: Изд-во АСВ, 2009. – С. 248-266.
4. Яковлев, О.Н. Оценка проектных решений автомобильных дорог / Повышение качества строительства автомобильных дорог в нечерноземной зоне РСФСР. Тезисы докладов IX научно-технической конференции. – Владимир: ВПИ. 1986. – С. 13-14.
5. Должиков, А.И. Использование метода конфликтных ситуаций для оценки безопасности движения на двухполосных автомобильных дорогах / Пути повышения безопасности дорожного движения. Тезисы докладов и сообщений VI Всесоюзной науч.-т. конференции. – Тбилиси: Груз.ГПИ, 1987. – С. 261-263.
6. Немчинов Д.М., Немчинов М.В., Фёдоров В.Е. Автомобильно-дорожные сети Российской Федерации. Монография. Чебоксары, Чувашское книжное издательство, 2013. Стр. 247 (16,5 п.л.; автора – 8,5 п.л.).
7. Немчинов Д.М. Принципы и методы планирования сетей автомобильных дорог. Монография. М.: ТехПолиграфЦентр, 2014. 305 с. (19,0 п.л.).
8. Немчинов Д.М. Особенности принципов и методов планирования сети автомобильных дорог в Российской Федерации / Д.М. Немчинов // Дороги и мосты. 2014. №2. – С. 27-41.
9. CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLE STRADE
http://www.gazzettaamministrativa.it/opencms/export/sites/default/_gazzetta_amministrativa/amministrazione_trasparente/_lombardia/_lentate_sul_seveso/190_pia_gov_ter/2013/Documenti_1367920279014/1367924487512_piano_generale_traffico_urbano-lentate_s-s-_parte_v.pdf.
10. Eppell, V.A.T. and Zwart, J. (1996) Balancing mobility and liveability: community views and definitive answers Australian Institute of Traffic Planning and Management Conference Surfers Paradise.
11. Eppell, V.A.T. (Tony) and McClurg, Brett A and Bunker, Jonathan M (2001) A four level road hierarchy for network planning and management. In Jaeger, Vicki, Eds. Proceedings 20th ARRB Conference, Melbourne.

Nevchinov Dmitrii Mikhaylovich

JSC «Center for technical and budget normalization in the construction», Russia, Moscow
E-mail: ndmdom@mail.ru

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm national research polytechnical university, Russia, Perm
E-mail: soni.81@mail.ru

Structure of scientific and methodical, information and budget support of project works in road economy

Abstract. In article question of convenience of use of networks of highways on basis of comparison of networks of roads of Moscow area and northern Italy is considered, the methodology of comparison of level of convenience of use of networks of roads is offered. There are ways and methods of creation of a reliable complex from unreliable elements. One of such ways is parallel connection of details and elements carrying the name of multiple reservation or reservation by duplication. There are also other methods: supply of elements with functional redundancy, automatic warning of possibility of refusal of an element and automatic commissioning of emergency chains. One of important ways is replacement of missing reliability of one element through functional and structural disclosure of opportunities of another. In Moscow area actually there is systemically no functioning network of highways, and there is a set of certain highways. At emergence of any difficulties it is almost impossible to go round jams. The network of roads of Russian Federation is poorly developed, not providing the level of ensuring convenience of movement which developed in world.

Keywords: network of highways; planning; structure of a network; transit; capacity; scheme of planning; concentration; diagonals; ring highways; transport knot; center; direct direction; transport stream