

# Трактат о том, как транжирить экономно!

➔ Для создания энергоэффективных светильников все более популярным становится использование светодиодов 5050. Статья рассказывает о том, как можно их применять с бюджетными линзами Stradella-IP-28 компании LEDiL.



Рис. 1. Так, по версии экологических активистов, выглядят метастазы причин глобального потепления

В период нефтяного изобилия человеческая цивилизация расцвела необычайно! По данным ООН, население земного шара резко выросло именно в последние 70 лет [1]:

- 2 млрд — 1927 год;
- 3 млрд — 1960 год;
- 4 млрд — 1974 год;
- 5 млрд — июль 1987 года;
- 6 млрд — октябрь 1999 года;
- 7 млрд — 31 октября 2011 года.

Современные технологии облегчили жизнь людей и избавили большую часть населения от тяжелого физического труда ради выживания. Количество людей, занятых выращиванием еды или промышленным производством, резко сократилось, зато возросло число тех, кто управляет, распределяет и обслуживает. Люди стекаются жить в мегаполисы. Если сто лет назад в город из села ехали работать на заводы и фабрики, то сейчас в города едут за бытовым комфортом, а промышленность занимает далеко не первое место в структуре валового регионального продукта (ВРП). Так, в Москве большую часть ВРП дает торговля, затем управление и услуги для бизнеса, а только потом производство, которое роботизируется быстрыми темпами, требуя все меньше рабочих рук. Апологеты научно-технического прогресса обещают дальнейшую бурную автоматизацию рабочих мест уже в сфере обслуживания. Совсем недавно ведущий топ-менеджер крупного российского банка с гордостью рассказал об увольнении более 3000 юристов, которых заменила программа для написания судебных исков. Несмотря на смутные социальные перспективы для тех, кого заменяют роботы, количество людей в городах растет; они живут, работают и развлекаются днем и ночью, и поэтому большие города сверкают электрическими огнями в ночи (рис. 1), потребляя огромное количество энергии.

И множество хорошо оплачиваемых специалистов, выражая обеспокоенность состоянием экологии, публично высказываются о негативном влиянии сжигания углеводородов на электростанциях на глобальное потепление климата. Возможно, если бы человечество хотело добиться реального результата, то, выключая свет в темное время суток и спя по ночам, как наши дедушки и бабушки, люди смогли бы сэкономить огромное количество энергии и на десяток лет отсрочить потепление климата, вызванное завершением

очередного ледникового периода на нашей планете. Но наша цивилизация не ищет легких путей! Сжигая в топках электростанций все больше ценных ископаемых и абсолютно не возобновляемых углеводородов, мы отапливаем арктические города, кондиционируем жилища в жарких странах и повсюду заливаем светом ночные улицы, превращая ночь в день. И в этом карнавале энергетического расточительства и мультимиллиардного мотовства ищем возможность сэкономить пару грошиков, придумывая новейшие энергосберегающие и «зеленые» технологии. В рамках статьи мы поучаствуем в этом занимательном процессе и расскажем о том, как можно инновационно сэкономить электричество при освещении городских улиц.

В настоящее время в России дороги и улицы все больше освещают светодиодными светильниками. Они сейчас продаются и покупаются в основном через энерго-сервисные контракты. Энергосервисный контракт — это такая сделка, когда богатый инвестор сначала на свои деньги приобретает и устанавливает заказчику новое экономичное освещение, а потом много лет возвращает инвестиции и получает прибыль за счет разницы счетов на оплату электричества между старым и новым уровнем потребления электричества. Через 6–10 лет инвестор возвращает свои вложения с прибылью и передает осветительное оборудование заказчику, который продолжает экономить электричество уже для своей выгоды. Инвестор, который ищет светильники для энергосервисных контрактов, заинтересован приобрести не только дешевые, но и наиболее экономичные решения. И в последний год экономичность светодиодного светильника стала наиважнейшей характеристикой после основных функциональных параметров.



Рис. 2. Линза Stradella-IP-28

В светодиодных светильниках светятся светодиоды. Технологии производства разных типов светодиодов бурно развивались последнее время. Крупные западные корпорации, выпускающие электронные компоненты, создали и обложили патентами светодиоды на керамических подложках, которые позволяли получать большой световой поток при повышенных токах питания. Патентная монополия на эти решения позволяла западным бизнесменам держать высокие цены на светодиоды. Но производство самих светоизлучающих кристаллов было сосредоточено в Азии, где местные компании не имели дешевого доступа к керамическим корпусам из-за патентных ограничений и были вынуждены развивать технологии изготовления светодиодов в пластиковых корпусах. Пластиковые светодиоды дешевле керамических, но они не способны долго светить так же ярко, как светодиоды на керамических подложках. Фантастическое падение цен на светодиоды (в 20 раз за последние 10 лет) снизило цену на кристаллы для светодиодов настолько, что появилась возможность дешево размещать несколько светоизлучающих кристаллов в одном пластиковом корпусе. А питание кристаллов маленькими токами позволило извлекать свет из полупроводника с большим КПД. При этом распределенный нагрев элементов внутри пластикового светодиода значительно увеличил его долговечность, и в результате азиатские светодиоды в больших пластиковых корпусах размером 5×5 мм стали серьезным конкурентом привычным керамическим светодиодам в корпусах типа 3535. Год назад в Юго-Восточной Азии начался триумфальный возврат почти забытых светодиодов в корпусах 5050. Европейские и американские технологические лидеры вдруг оказались в отступающих и сейчас спешно пытаются догнать азиатские компании в производстве простых и дешевых светодиодов. Для этого американская фирма Cree выкупила

в Азии фирму, производящую светодиоды, и продает пластиковые светодиоды под своим брендом, а европейские Osram и Lumileds стали развивать свои линейки недорогих пластиковых светодиодов. Но с китайцами трудно бороться демпингом, и, возможно, следующим раундом в этой битве корпораций будет бурное развитие бескорпусных CSP-светодиодов и снижение цен на них, но так ли это окажется в действительности, мы увидим потом. А сейчас, в результате конкурентных войн на рынке, появились недорогие пластиковые и эпоксидные светодиоды от известных брендов Lumileds, Osram и Cree. Ценовые потрясения на светодиодном олимпе постепенно докатываются и до нашего локального российского рынка. Производить уличные и промышленные светильники на керамических светодиодах типа 3535 становится невыгодно. Потому что если выжимать из светодиода большой световой поток, питая кристалл высокими токами, то снижается энергоэффективность, а ставить много дорогих керамических светодиодов и питать их маленькими токами для повышения КПД — экономически нецелесообразно. Для того чтобы производить конкурентоспособные светильники, нужно начинать использовать светодиоды в корпусах 5050. Но переход на другие светодиоды непросто и вызывает множество коммерческих и технических вопросов, один из которых: «А где взять подходящие линзы, которые будут совместимы с существующими корпусами светильников?»

Для ответа на него мы изучили, как будут работать со светодиодами 5050 популярные бюджетные линзы фирмы LEDiL Stradella-IP-28. Внешний вид линзы показан на рис. 2.

В штатном применении, со светодиодными платами толщиной 1,6 мм, большинство линз было бы несовместимо с новыми светодиодами. Но если применить плату толщиной 0,8 мм, то светодиодная плата

Таблица 1. Таблица механической совместимости линз Stradella-IP-28 со светодиодами 5050

Номер	Линза	Толщина печатной платы	Osram Duris S8	Lumileds Luxeon 5050	Cree JR5050/JQ5050	Samsung LH508A+
CS16034	STRADELLA-IP-28-T2	0,8 мм	0,17 мм	0,18 мм		
CS16102	STRADELLA-IP-28-T3					
CS16575	STRADELLA-IP-28-T1-A		более 0,2 мм			
CS16577	STRADELLA-IP-28-VSM					
CS16690	STRADELLA-IP-28-SCL					
CS16322	STRADELLA-IP-28-HB-S					
CS16323	STRADELLA-IP-28-HB-M					
CS16324	STRADELLA-IP-28-HB-W					

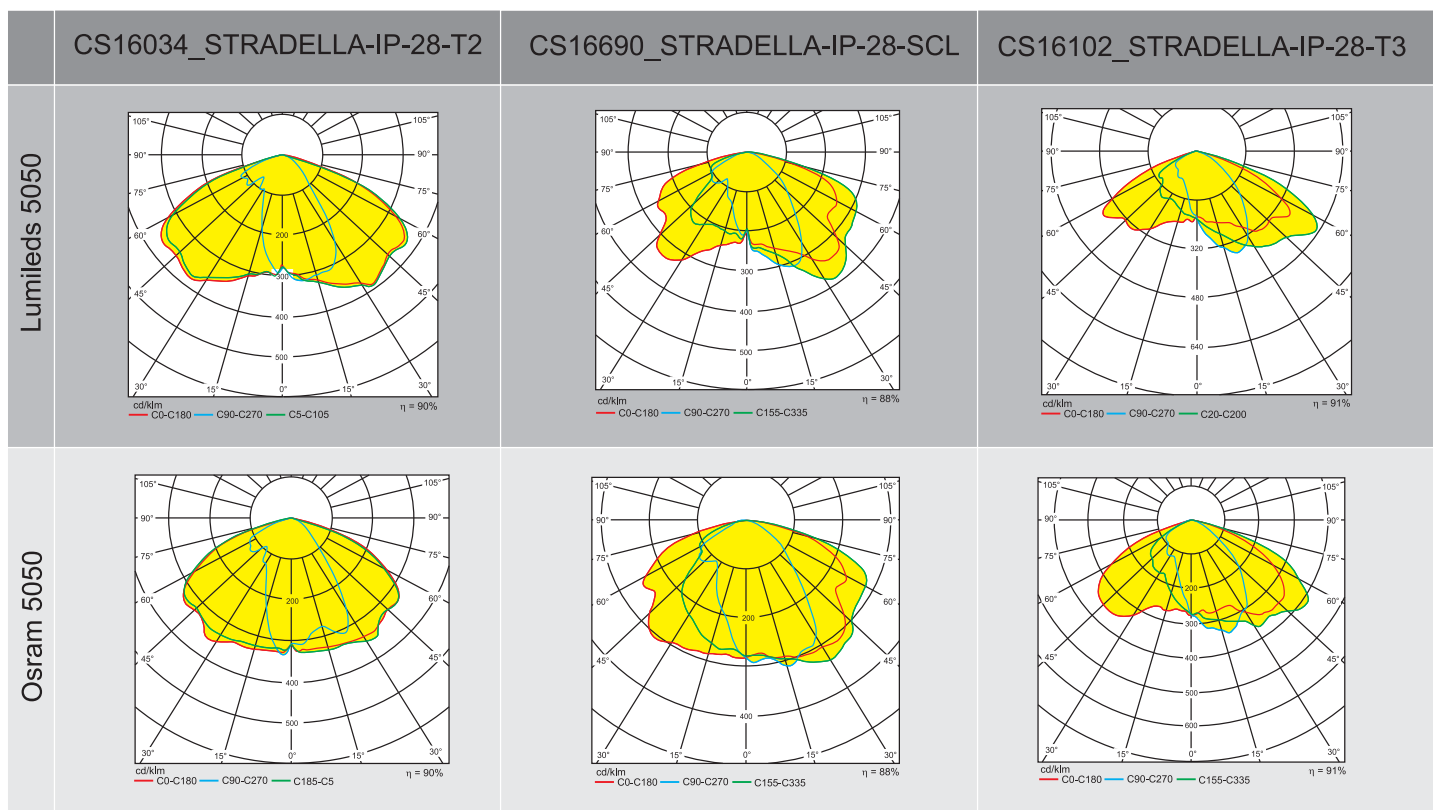


Рис. 3. КСС для Stradella-IP-28 со светодиодами Osram 5050 и Lumileds 5050

со светодиодами 5050 механически совместима с большинством линз LEDiL. Данные о совместимости приведены в таблице 1. Согласно техническим стандартам LEDiL, расстояние между светодиодом и внутренней поверхностью линзы должно быть не меньше 0,2 мм.

Эта дистанция обусловлена технологическими допусками на точность позиционирования футпринта на светодиодной плате, позиционированием светодиода по время пайки и установкой линзы во время монтажа. В тех случаях, когда расстояние между светодиодом

и внутренней поверхностью линзы чуть менее 0,2 мм, мы рекомендуем заказчику самостоятельно проверять возможности применения этих сочетаний, исходя из технических условий каждого конкретного производителя светильников.

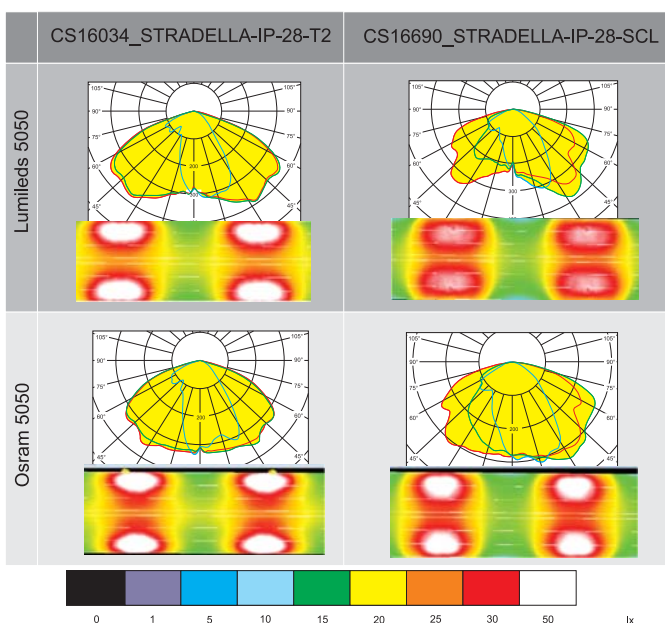


Рис. 4. Результаты расчета к Сценарию 1

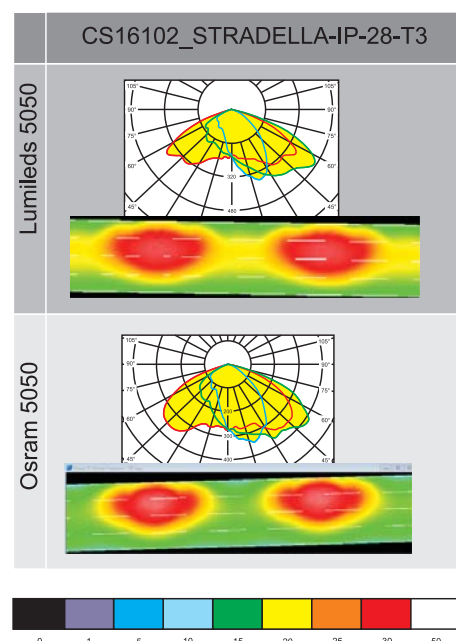


Рис. 5. Сценарий 2

Таблица 2. Результаты светотехнических расчетов

Дорога	Линза	Светодиод	Максимальный шаг опор	Лср, кд/м <sup>2</sup>	U0	UI	Tl,%	SR	Еср, лк	Е <sub>мин</sub> /Е <sub>ср</sub>
Сценарий 1. Класс Б2, 6×3,75 + 1, двусторонняя напротив	CS16034_STRADELLA-IP-28-T2	Osram 5050	38 @ H = 11 м, консоль 15°	1,02	0,68	0,71	8	0,73	20	0,51
		Lumileds 5050	40 @ H = 11 м, консоль 15°	1,03	0,64	0,68	8	0,7		0,49
	CS16690_STRADELLA-IP-28-SCL	Osram 5050	38 @ H = 11 м, консоль 15°	1,06	0,71	0,71	10	0,76	19	0,44
		Lumileds 5050	40 @ H = 11 м, консоль 15°	1,01	0,67	0,66			18	0,43
Сценарий 2. Класс Б2, 4×3,75, односторонняя	CS16102_STRADELLA-IP-28-T3	Osram 5050	37 @ H = 12 м, консоль 15°	1,02	0,42	0,69	7	0,54	21	0,55
		Lumileds 5050	35 @ H = 12 м, консоль 15°	1,11	0,44	0,6		0,52	22	0,62
Сценарий 3. Класс А4 3×3,75, односторонняя	CS16102_STRADELLA-IP-28-T3	Osram 5050	31 @ H = 12 м, консоль 15°	1,25	0,4	0,79	9	0,53	24	0,53
	CS16034_STRADELLA-IP-28-T2	Lumileds 5050	38 @ H = 12 м, консоль 15°	1,26	0,41	0,71	6	0,57		0,55
	CS16690_STRADELLA-IP-28-SCL	Osram 5050	37 @ H = 12 м, консоль 15°	1,01	0,41	0,73	11	0,54		20
Сценарий 4. Класс Б2 2×3,75, односторонняя	CS16034_STRADELLA-IP-28-T2	Osram 5050	38 @ H = 11 м, консоль 0°	1,01	0,52	0,67	6	0,73	18	0,44
		Lumileds 5050	40 @ H = 12 м, консоль 0°	1,06	0,55	0,73		0,67		0,51
	CS16102_STRADELLA-IP-28-T3	Osram 5050	38 @ H = 11 м, консоль 0°	1,07	0,4	0,64	5	0,64	20	0,45
		Lumileds 5050	40 @ H = 12 м, консоль 0°	1,03	0,61	0,6		0,64	18	0,52
CS16690_STRADELLA-IP-28-SCL	Osram 5050	40 @ H = 11 м, консоль 0°	1	0,48	0,62	8	0,67	17	0,39	

Ни для кого не секрет, что КСС линзы зависит от типа светодиода. Посмотрим, как выглядят КСС для светодиодов Osram 5050 и Lumileds 5050 (рис. 3).

Выясним, как эти КСС будут освещать типовые автодороги.

### Сценарий 1

Дорога Класс Б2. Шесть полос по 3,75 м с разделительной полосой 1 м. Двусторонняя установка опор. Угол наклона 15°. Покрытие R3. Светильник со световым потоком 22 000 лм без учета оптических потерь (два светодиодных модуля по 11 000 лм). Из рис. 4 видно, что хотя КСС на вид

различаются, тем не менее результаты в таблице 2 не сильно разнятся и удовлетворяют нормам СП52.13330.2016. И для освещения таких дорог подойдут две линзы: CS16034\_STRADELLA-IP-28-T2 и CS16690\_STRADELLA-IP-28-SCL. Обе линзы на таких дорогах независимо от применяемого светодиода обеспечивают высокую равномерность яркости, освещенности, но при этом у первой, судя по параметру Tl, ниже слепящее действие.

### Сценарий 2

Дорога Класс Б2. Четыре полосы по 3,75 м. Односторонняя установка опор.

Угол наклона 15°. Покрытие R3. Светильник со световым потоком 33 000 лм без учета оптических потерь (три светодиодных модуля по 11 000 лм). На рис. 5 видно, что для освещения такой дороги предпочтительна линза CS16102\_STRADELLA-IP-28-T3.

### Сценарий 3

Дорога Класс А4. Три полосы по 3,75 м. Односторонняя установка опор. Угол наклона 0–15°. Покрытие R3. Светильник со световым потоком 33 000 лм без учета оптических потерь (три светодиодных модуля по 11 000 лм). На рис. 6 видно, что для освещения таких

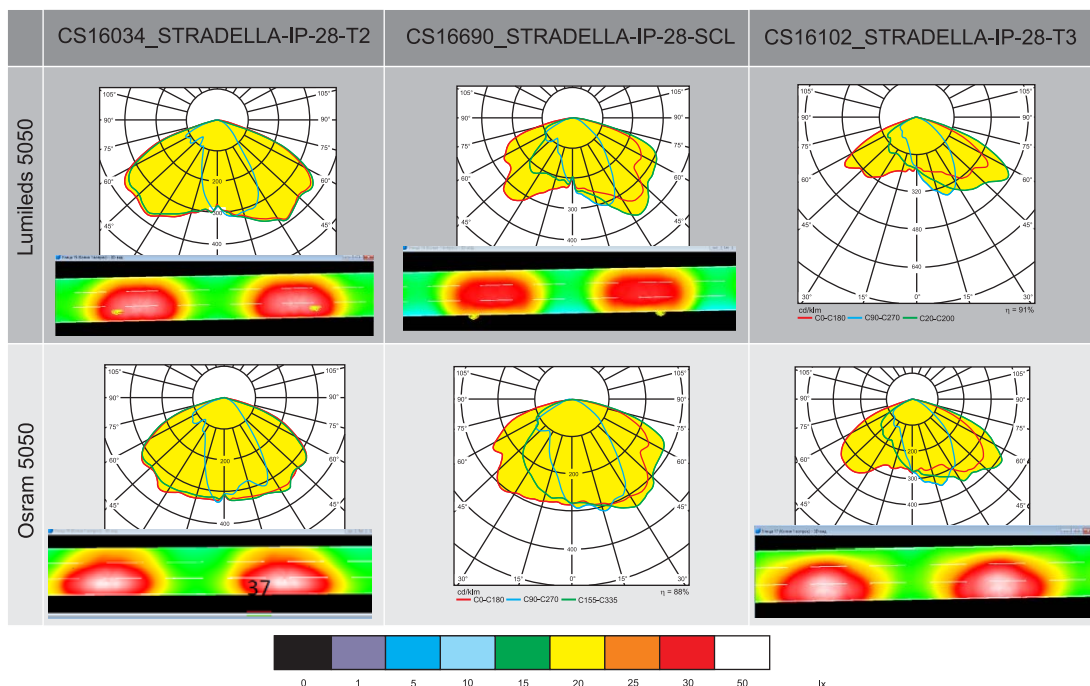


Рис. 6. Результаты расчета к Сценарию 3

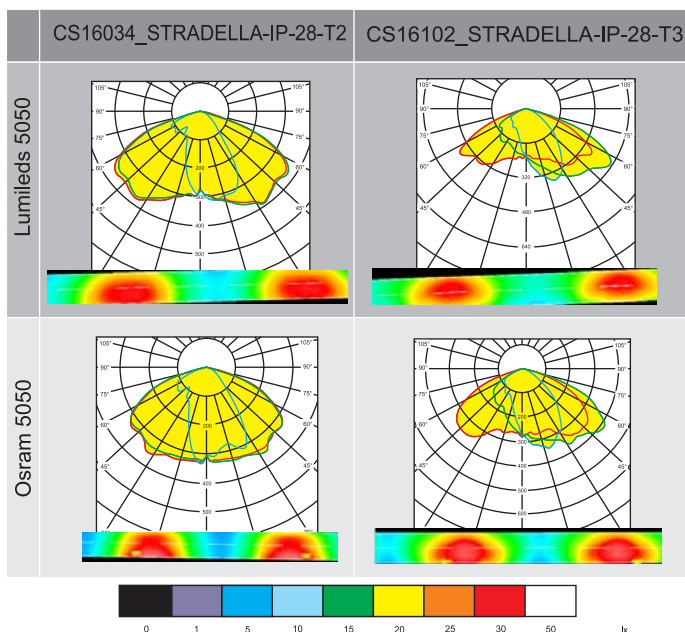


Рис. 7. Результаты расчета к Сценарию 4

дорог нужно подбирать определенное сочетание. Так, с Lumileds 5050 нужно брать линзу CS16034\_STRADELLA-IP-28-T2 или CS16690\_STRADELLA-IP-28-SCL, а вот для Osram 5050 — CS16102\_STRADELLA-IP-28-T3 или CS16034\_STRADELLA-IP-28-T2. Это говорит, что в данном случае линза CS16034\_STRADELLA-IP-28-T2 работает более универсально с обоими светодиодами

и обеспечивает результат, удовлетворяющий нормам.

#### Сценарий 4

Дорога Класс Б2. Две полосы по 3,75 м. Односторонняя установка опор. Угол наклона 0°. Покрытие R3. Светильник со световым потоком 22 000 лм без учета оптических потерь (два светодиодных

модуля по 11 000 лм). На рис. 7 видно, что обе линзы CS16102\_STRADELLA-IP-28-T3 или CS16034\_STRADELLA-IP-28-T2 прекрасно работают в данном сценарии. Подробности по каждой линзе приведены в таблице 1.

Из рассмотренных выше примеров можно сделать следующие выводы.

CS16034\_STRADELLA-IP-28-T2 с любым светодиодом 5050 на плате 0,8 мм является универсальным решением для дорог шириной в три полосы при односторонней установке или в шесть полос при двусторонней. А для более широких дорог оптимальны линзы CS16102\_STRADELLA-IP-28-T3. Что касается линзы CS16690\_STRADELLA-IP-28-SCL, она показала себя достаточно хорошо, но более требовательна к выбору светодиода при различных сценариях освещения. Это знание о недокументированных возможностях оптики LEDiL позволяет быстро перейти на новые энергоэффективные светодиоды и выигрывать в тендерах на поставку светильников для энергосервисных контрактов.

И хоть чуть-чуть сэкономить энергию, которую человечество транжирит так тщательно! ●

#### Литература

1. [www.ru.wikipedia.org/wiki/Население\\_Земли](http://www.ru.wikipedia.org/wiki/Население_Земли)