

Премьера рубрики:

"Школа капитана Шмелева"

Когда Анатолий Шмелев сошел с капитанского мостика сухогруза на берег, он узнал, на суше его коллег-транспортников даже не интересует, как должен крепиться груз. Для моряка это абсурд: на море от крепления груза зависят и жизнь экипажа, и плавучесть судна. Любой просчет капитана здесь карается не штрафом ГАИ - погибнет судно, будет уничтожен груз, а экипаж пойдет на корм рыбам...

Хотя на суше действуют точно такие же законы физики, и никто не отменял ни закон земного тяготения, ни закон инерции, ни закон ускорения... груз на автомобильном транспорте следует закреплять так же надежно, как на палубе или в трюме сухогруза. Но ни в одной стране на территории бывшего СССР не существует документов, регламентирующих порядок крепления грузов при их перевозке.

На берегу А. Шмелев стал аварийным комиссаром, сюрвейером. И с тех пор пытается направить на путь истинный "сухопутных капитанов".

Сегодня журнал "Автоперевозчик" открывает новую рубрику - "Школа капитана Шмелева", которую мы намерены вести на протяжении как минимум всего 2010 года. В ее материалах А. Шмелев расскажет, как и почему следует крепить тот или иной груз при перевозке автотранспортом.



Крепление грузов: понятия, правила и силы

Анатолий ШМЕЛЕВ
Фото автора

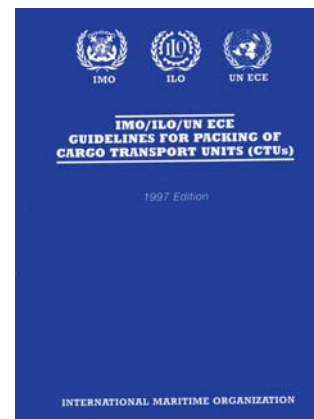
Чем руководствоваться?

Определение величин сил, вызывающих смещение грузов, должно быть закреплено правилами и нормативами и использовано при проведении расчетов крепления. Только знание величин этих нормативных сил позволит перевозчику обеспечить надежное крепление, а водителю - выполнить пункт 23.2 "Правил дорожного движения", который требует, чтобы перед началом и во время движения водитель контролировал размещение, крепление и состояние груза во избежание его падения, создания помех движению.

Все опрошенные нами лица ссылаются на отсутствие в РФ нормативной базы, согласно которой можно произвести расчет крепления грузов. Однако я смею утверждать, что такой документ существует.

Мы не будем рассматривать в этом выпуске любимый мною европейский стандарт EN 12195-1 "Устройства крепления груза на автомобилях". Часть 1: расчет сил крепления", на основе которого разработаны правила Республики Беларусь. Несмотря на четкость и понятность стандарта, применять его на территории РФ можно пока только в справочном порядке. Тем более что стандарт EN 12195-1 в скором времени будет гармонизироваться с другими стандартами.

Мы рассмотрим документ, разработанный Европейской экономической ко-



Руководство по укладке грузов в грузовые транспортные единицы (ГТЕ) было принято в 1997 г.

миссией ООН, членом которой Российская Федерация является с момента ее создания, принимая активнейшее участие в каждом заседании. Знаменитое руководство IMO/ILO/UN ECE Guidelines for Packing of Cargo Transport Units (CTUs) (Руководство по укладке грузов в грузовые транспортные единицы) было принято в 1997 г.

Руководство разработано рабочей группой по смешанным перевозкам. В ходе своих XXI и XXII сессий рабочая группа завершила работу над первым проектом руководства по укладке грузов в грузовые контейнеры и транспортные средства, охватывающим требования всей транспортной цепи (железнодорожный, автомобильный, морской и внутренний водный транспорт) - TRANS/WP.24/R.72 и Add.I.

Впоследствии этот проект был передан Международной морской организации (ИМО) для изучения и включения требований по укладке грузов в ходе морской перевозки. Руководство одобрено и Международной организацией труда (МОТ - ИЛО).

Российская Федерация является участником всех трех упомянутых международных организаций, и поэтому уже сейчас возможен контроль за соблюдением положений данного руководства.

Руководство по укладке грузов в грузовые транспортные единицы (ГТЕ) (далее по тексту - Руководство IMO/ILO/UN ECE) активно используется для погрузки контейнеров в российских портах, но почему-то совсем не используется при погрузке автомобильных транспортных средств.

Уже с самого начала ясны задачи, освещенные данным Руководством, перевод которого на русский язык можно найти в Интернете.

В преамбуле Руководства IMO/ILO/UN ECE говорится:

"Хотя использование грузовых контейнеров, съемных кузовов, транспортных средств или других грузовых транспортных единиц существенно снижает физические опасности, которым подвергается груз, неправильное или небрежное размещение грузов в таких единицах или отсутствие должной блокировки, обвязки и

крепления могут послужить причиной травмирования персонала при их обработке или транспортировке; кроме того, могут быть нанесены серьезные и сопряженные с большими расходами повреждения находящемуся в них грузу или самому оборудованию. Рабочий, размещающий и закрепляющий грузы в грузовой транспортной единице (ГТЕ) или на ней, может быть последним человеком, осматривающим эту единицу до ее вскрытия грузополучателем в конечном пункте назначения.

Таким образом, на квалификацию этого рабочего (рабочих) полагается множество людей в транспортной цепи, в том числе:

- водители автотранспортных средств и другие пользователи автомагистралей при перевозке данной единицы по дороге;
- железнодорожные рабочие и другие лица при перевозке данной единицы по железной дороге;
- члены экипажей судов внутреннего плавания при перевозке данной единицы по внутренним водным путям;
- персонал, занимающийся операциями по перегрузке на терминалах для внутреннего транспорта, при перевалке этой единицы с одного вида транспорта на другой;
- портовые грузчики при погрузке или выгрузке данной транспортной единицы;
- члены экипажа судна, которое, возможно, перевозит данную единицу в наиболее трудных условиях в ходе транспортной операции;
- рабочие, распаковывающие эту единицу.

Все вышеупомянутые лица и пассажиры могут подвергаться опасности из-за плохо закрепленного груза в контейнере, в съемном кузове или транспортном средстве, особенно при перевозке опасных грузов.

Сфера применения Руководства IMO/ILO/UN ECE:

Настоящее руководство, которое не является исчерпывающим, содержит основные требования в отношении безопасной загрузки ГТЕ, предназначенные для лиц, которые несут ответственность за укладку и крепление грузов, а также лиц, в чью задачу входит подготовка персонала для размещения грузов в этих единицах. Такая подготовка крайне важна для соблюдения правил безопасности.

Цель настоящего руководства не состоит в том, чтобы противопоставить содержащиеся в нем положения любым существующим правилам или рекомендациям, которые могут касаться перевозки грузов в ГТЕ или заменить их собой. Оно не охватывает вопросы заполнения или опорожнения контейнеров-цистерн, съемных цистерн или автоцистерн и перевозки грузов навалом".

То, что Руководство IMO/ILO/UN ECE необходимо применять на автомобильном транспорте, ясно следует и из перечня определений.

Грузовая транспортная единица означает "грузовой контейнер", съемный кузов, транспортное средство, железнодорожный грузовой вагон или любую другую аналогичную единицу; "транспортное средство" означает любое дорожное транспортное средство или железнодорожный грузовой вагон, который жестко закреплен на раме и колесах или шасси и который загружается и разгружается в качестве одной единицы; оно также включает прицеп, полуприцеп или аналогичную подвижную единицу, за исключением тех средств, которые используются исключительно для целей погрузки и разгрузки.

Процитируем два очень важных в данной ситуации подпункта п. 1 Руководства.

"1.4. В ходе автомобильных транспортных операций груз и ГТЕ могут подвергнуться воздействию краткосрочных значительных продольных усилий. Эти операции могут также вызвать вибрацию, интенсивность которой может существенно варьироваться при различных системах подвески, различном состоянии дорожного покрытия и различных навыках вождения.

1.7. В таблице 1 приводятся примеры ускорений в единицах ускорения силы тяжести, которые могут возникать в ходе транспортных операций; однако в национальном законодательстве или рекомендациях могут содержаться требования, предусматривающие использование других величин".

Итак, все становится на свои места. Уже сейчас можно требовать от российского участника автотранспортной перевозки исполнения требований Руководства. Проблема (причем наисерьезнейшая!) заключается лишь в том, что прак-

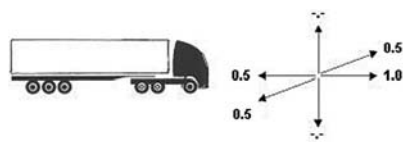
Таблица 1. Примеры ускорений в единицах ускорения силы тяжести, которые могут возникать в ходе транспортных операций

Вид транспорта	Ускорение, направленное вперед	Ускорение, направленное назад	Поперечное ускорение
Автомобильный транспорт	1,0 g	0,5 g	0,5 g

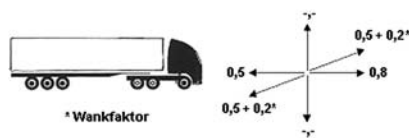
тически никто из российских участников дорожного движения, равно как и инспекторов ГИБДД, инспекторов Ространснадзора, не имеют об этом ни малейшего представления. Попробуем по мере сил и возможностей восполнить этот пробел.

Графически все это выглядит следующим образом.

Согласно Руководству по укладке грузов в грузовые транспортные единицы:



Согласно стандарту EN 12195-1:



Как минимизировать риски?

Европейская директива ЕЭС № 2003/59/ЕС вступила в силу 10 сентября 2003 г. Согласно этой директиве все профессиональные водители должны получать соответствующую подготовку в порядке минимизации рисков и обеспечения безопасности на дороге.

В программу подготовки обязательно должно быть включено изучение факторов безопасности, касающихся погрузки транспортного средства: контроль за грузом (укладка и крепление), опасности, связанные с различными типами грузов (т. е. жидкие, подвешенные), контроль за погрузкой и выгрузкой и использованием погрузочного оборудования (категории C, C + E, C1, C1 + E).

Методика соответствующей подготовки уже давно отработана. Установлено минимальное количество часов подготовки.

Так, например, Международная морская организация (ИМО) дала рекомендации по количеству часов для подготовки определенных групп обучаемых (таблица 2).

Отсутствие часов подготовки у управленческого аппарата и экспедиторов не

Таблица 2. Количество часов, необходимое для подготовки определенных групп обучаемых (по рекомендации Международной морской организации)

Тема	Управленческий персонал.	Водители ТС.	Упаковщики.
	Экспедиторы	Железнодорожные рабочие	Сюрвейеры. Грузчики. Власти
Возможные последствия от незакрепленных грузов	1	1	1
Ответственность сторон	1	0,5	0,5
Силы, действующие при перевозке	0,5	0,5	0,5
Основные принципы крепления грузов	1	1,5	2
Типы транспортных единиц	0,5	0,5	1,0
Обращение с грузом		0,5	1
Способы упаковки и крепления	0,5	0,5	1,0
Оборудование для крепления	0,5	0,5	1,0
Укрупненные грузовые единицы		0,5	1
Грузы навалом		0,5	1
Бумажные грузы		0,5	1
Специальные техники		0,5	1
Опасные грузы	0,5	0,5	1
Теоретические упражнения		1	2
Практические занятия		3	3
Инспекции		0,5	3
Проверка знаний и оценка обучающегося		1	1
Итого	5,5	13,5	21,5

означает, что им нет необходимости проходить подготовку, например, по предмету "Бумажные грузы" или "Грузы, требующие использования специальных техник перевозки". Это означает, что работники просто обязаны пройти подобную подготовку до занятия своих должностей.

Начнем с пункта № 3: "Силы, действующие при транспортировке". В таблице 3 приведены термины, которые будут использоваться в дальнейшем.

Почему грузы смещаются, опрокидываются и выпадают из транспортного средства? Вспомним закон Ньютона: "После изменения параметров движения любое тело стремится сохранить первоначальную скорость и направление движения под воздействием сил инерции".

В предотвращении разрушительного действия этих сил на груз и само транспортное средство и заключается смысл правильного, то есть надежного крепления груза.

Сначала остановлюсь на единице измерения, которая используется практически во всех документах, относящихся к теме крепления грузов. Это деканьютон, сокращенно даН (международный вариант - daN).

Стандарт ГОСТ 8.417-2002 "Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин" устанавливает единицы физических величин, применяемые в стране: наименования, обозначения, определения и правила применения этих единиц.

Единица измерения сил в современном варианте метрической системы СИ - ньютон (Н или N), однако ранее использовалась килограмм-сила. Килограмм-сила удобна тем, что вес получается численно равным массе, поэтому человеку легко представить, например, что такое сила 5 кгс.

В системе СИ 1 ньютон равен силе, сообщающей телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2 в направлении действия силы,

Таблица 3. Термины, используемые в данном материале

Термин	Обозначение	Единица измерения
Масса	m	кг
Скорость	V	м/с
Ускорение	a	м/с ²
Ускорение силы тяжести	g	м/с ²
Сила	F	ньютон, N
Продольная сила инерции	F _x	деканьютон, даН
Поперечная сила инерции (центробежная)	F _y	деканьютон, даН
Вес	F _G	деканьютон, даН
Сила трения	F _F	деканьютон, даН
Скорость	v	метр в секунду, м/с
Время	t	секунда, с
Расстояние, длина	S, l	метр, м
Радиус	r	метр, м
Коэффициент трения покоя	μ	нет
Коэффициент трения скольжения	μD	нет
Кинетическая энергия	W _{kin}	джоуль, дж

1 деканьютон равен 10 ньютонам, таким образом: 1 кгс = 9,80665 ньютон (точно) примерно 10 Н, или 1 деканьютон.

Поэтому использование единицы измерения "деканьютон" очень удобно для расчета крепления и широко применяется. Примером этому служит маркировка используемых прижимных ремней и точек крепления, о которой мы будем говорить позже.



Пример правильной маркировки



Пример фальшивой маркировки



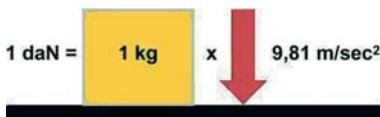
Пример другой маркировки на кузове транспортного средства

Мы будем говорить о следующих силах:

Вес груза

Вес = Масса x Ускорение свободного падения

$F_G = m \times g$



В современной науке вес и масса - разные понятия. Вместе с тем о разнице веса и массы узнали относительно недавно, и во многих повседневных ситуациях слово "вес" продолжает использоваться, когда фактически речь идет о массе. Например, если в документах указан вес 20 т, принимаем к расчету вес $F_G = mg = 20000 \text{ daN}$.

Сила инерции = Масса x Ускорение

$F = m \times a$

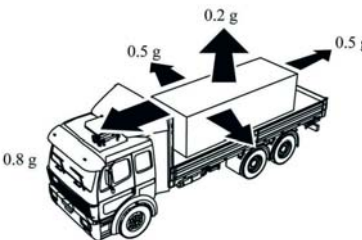


На груз действуют силы инерции, работающие в трех осях: продольная F_x , поперечная F_y и вертикальная F_z .

Силы приложены в центре тяжести груза, поэтому знание его положения важно для обеспечения эффективного крепления.

Для обозначения величин сил инерции в различных правилах используются коэффициенты, на которые умножается вес груза или ускорение силы тяжести. Эти коэффициенты будем использовать, обозначив их c_x , c_y , c_z .

Рисунок из североамериканского стандарта. Здесь $c_x = 0,8$, $c_y = 0,5$, $c_z = 0,2$



Сила, действующая вдоль оси автотранспортного средства, обозначается F_x .

Наибольшая по величине сила инерции, воздействующая на груз, возникает в процессе торможения автотранспортного средства. Ускорение отрицательное, сила инерции направлена вперед, по ходу движения автотранспортного средства.

Как звучат показания и объяснения наших водителей?

"Спасая человеческие жизни, я применил экстренное торможение. Неизвестный автомобиль (или пешеход) скрылся. Груз сместился. Я не виноват".

Экстренное торможение является неотъемлемой частью перевозки. Тот, кто этого не знает, зря садится за руль грузовика. Термин "экстренное торможение" используется в стандартах и означает всего лишь торможение с целью максимально быстрого уменьшения скорости автотранспортного средства. Это возможно и неизбежно, как шторм на море или воздушная яма в воздухе. И подготовить груз и автотранспортное средство к экстренному торможению - обязанность не только перевозчика.

Требование размещения груза вплотную к передней стенке вызвано воздействием силы, возникающей в случае экстренного торможения



Рассмотрим все это на примере рулона, вес которого по документам традиционно фиксируется в 10 мт (метрических тонн). Для расчета принимаем:

$F_G = 10000 \text{ daN}$,
согласно Руководству IMO/ILO/UN
ECE

$$c_x = 1,0.$$

При торможении максимальная инерционная сила, действующая на груз:

$$F_x = c_x \times F_G = 1,0 \times 10000 \text{ daN}.$$

Именно величина и направление этой силы определяют требования к прочности и состоянию передней стенки кузова. Принципиальное требование размещения груза вплотную к передней стенке также вызвано воздействием этой силы, возникающей в случае экстренного торможения (груз легче удержать на месте, чем остановить в движении).

При начале движения и увеличении скорости возникает аналогичная, но меньшая по значению сила инерции.



Согласно Руководству IMO/ILO/UN
ECE

$c_x = 0,5$,
это означает, что максимальная инерционная сила, действующая на рулон весом 10000 daN :

$$F_x = c_x \times F_G = 0,5 \times 10000 \text{ daN} = 5000.$$

Именно эта сила смещает и опрокидывает последние пакеты, установленные возле дверей. Немногие водители удосуживаются закрепить последний пакет.

Когда транспортное средство совершает поворот или даже просто меняет полосу движения, на сам автомобиль и находящийся в нем груз действует центробежная сила инерции, направленная от центра поворота в сторону:

$$F_y = m \cdot v^2 / r.$$

Следует напомнить, что центробежная сила прямо пропорциональна квадрату скорости, поэтому снижение скорости вдвое уменьшает эту силу в 4 раза.

Согласно Руководству IMO/ILO/UN ECE $c_y = 0,5$, это означает, что максимальная инерционная сила, действующая на рулон весом 10000 daN :

$$F_y = c_y \times F_G = 0,5 \times 10000 \text{ daN} = 5000.$$

Во время движения возникает вертикальная сила инерции, действующая на перевозимый груз



При наличии неровностей дорожного покрытия во время движения транспортного средства возникает вертикальная сила инерции, действующая на перевозимый груз.

При своей относительно небольшой величине эта сила опасна тем, что уменьшает сцепление между грузом и настилом грузового отсека и, соответственно, уменьшает силу трения, противодействующую смещению груза.

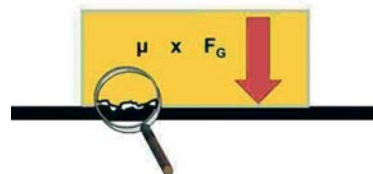
Многие правила вводят коэффициент $c_z = 0,2$.

Однако руководством IMO/ILO/UN ECE (так же, как и стандартом EN 12195-1) при перевозке автомобильным транспортом по автомобильным дорогам вертикальные инерционные силы не учитываются.

Состояние наших дорог наводит на мысль, что нам необходим коэффициент c_z от 0,2 до 0,5, что практически сводит на ноль результирующую силу крепления прижимными ремнями, но это темы следующих статей.

Сила крепления = Сила инерции - Сила трения

$$F_F = \mu \times F_G$$



Все описанные силы воздействуют на перевозимый груз в комплексе. Недостаточное внимание к одному из вышеперечисленных факторов может спровоцировать такое воздействие, которое невозможно компенсировать надежным креплением груза по другим направлениям действия сил инерции.

Действие силы трения

Союзником при борьбе с действием сил инерции является сила трения между поверхностью грузового отсека и находящимся в нем грузом.

Сила трения рассчитывается как вес, умноженный на коэффициент трения. Различные нормативные документы требуют использования коэффициента трения покоя или скольжения. Сила трения направлена в сторону, противоположную смещению:

$$F_F = \mu \times F_G$$

Правильное использование физического явления трения существенно влияет на безопасность перевозки, сохранность груза и удешевление расходов на его крепление. Например, размещение резиновых ковриков между грузом и полом кузова значительно уменьшает необходимое количество креплений.

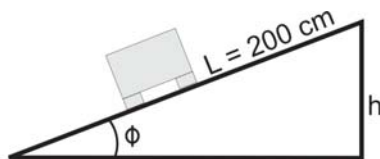
Следует учитывать, что Руководством IMO/ILO/UN ECE для расчетов силы трения принимается коэффициент трения покоя, а стандарт EN 12195-1 требует использования коэффициента трения скольжения. Считается, что в процессе движения из-за постоянной вибрации сцепления между грузом и платформой уже нет и необходимо принимать к расчету коэффициент трения скольжения, который, как известно из физики, равен 70 % коэффициента трения покоя.

Таким образом, для расчета используются: Руководство IMO/ILO/UN ECE - коэффициент трения покоя μ_S ;

Стандарт EN 12195-1 - коэффициент трения скольжения $\mu_D = 0,7 \mu_S$.

Наилучший способ определить коэффициент трения, когда он неизвестен, это измерить его.

Наиболее часто используемый - метод наклона платформы до начала соскальзывания груза. Коэффициент трения покоя (S) равен тангенсу угла начала соскальзывания:



Коэффициент трения покоя, μ_S	Груз начинает соскальзывание при угле, ϕ°	Что соответствует высоте края платформы h (cm) если L = 200 cm
0,2	11,3	39
0,3	16,7	57
0,4	21,8	74
0,5	26,6	89

Этот способ рекомендован производителям в местах массовых отправок грузов. Например, Белорусскому металлургическому заводу мы настоятельно рекомендуем произвести данный замер для груза металлокорда. Может быть, у них откроются глаза на опасность отправляемого ими груза.

Очень часто данные о коэффициенте трения можно найти в различных справочниках.

Общими требованиями для обеспечения крепления груза при перевозке являются:

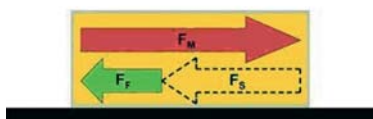
- сумма сил в каждом направлении должна быть равна нулю;

- сумма моментов в каждой плоскости должна быть равна нулю.

Для того, чтобы закрепить груз от смещения, необходимо компенсировать средствами крепления разницу между силами инерции и силой трения.

Сила крепления = Сила инерции - Сила трения

$$F_S = F_M - F_F$$



Данная формула используется для крепления груза способом блокировки, т. е. при креплении рулона весом 10000 daN и коэффициенте трения покоя равном 0,3 для компенсации силы инерции, возникающей при экстренном торможении, для закрепления рулона необходимо применить крепления, компенсирующие разницу силы инерции и силы трения с суммарной силой крепления 7000 daN.

Нелюбимый мною метод крепления грузов прижимом рассчитывается несколько другим способом. Данный способ использует метод добавочного веса для увеличения силы трения.

После натяжения ремня прижимным устройством вес закрепляемого груза как бы увеличивает силу натяжения, развиваемую прижимным устройством ремня со стороны расположения прижимного устройства (F_1) и силу натяжения ремня с другой стороны закрепляемого груза (F_2).

Сила крепления прижимом



Для расчета используются: Руководство IMO/ILO/UN ECE - $F_2 = F_1 = STF$ (сила натяжения прижимного устройства);

Стандарт EN 12195-1 - $F_2 = 0,5 F_1$.

Таким образом, каждый натянутый прижимной ремень как бы добавляет вес грузу на величину $2,0 \times STF$ (IMO/ILO/UN ECE) или $1,5 \times STF$ (EN12195-1). Коэффициенты 2,0 и 1,5 называются коэффициентами передачи, обозначаются символом k и используются в общих формулах.

Методика расчета необходимого прижимного крепления будет приведена в последующих выпусках "АП".

Итак, можно утверждать, что мы имеем нормативный документ, который можно успешно применять в Российской Федерации уже сейчас, не дожидаясь очередных трагедий да и просто финансовых потерь, вызванных смещением грузов.

Это руководство IMO/ ILO/ UN ECE Guidelines for Packing of Cargo Transport Units (CTUs) - Руководство по укладке грузов в грузовые транспортные единицы (ГТЕ).

При следовании по территории Германии данное крепление может быть признано недостаточным ввиду имеющихся различий двух руководств, но максимальные различия возникают только при расчете необходимого прижимного крепления, которое нельзя считать достаточно эффективным при перевозках по территории РФ. ■

Крепление груза на автомобильных транспортных средствах

- независимая экспертиза, сертификация
- семинары, консультации, тренинги
- расчеты крепления любой сложности
- расследование причин аварий
- урегулирование претензий по всему миру

Phone +7 495 739 8674
Phone +7 495 773 6450
Fax +7 495 739 8675
GSM +7 905 787 3993
GSM +7 916 650 2002

anatoly.shmelev@krogius.com
<http://www.krogius.com>



ООО «Ларс Крогиус Балтик»