

## Новые технические решения для повышения эффективности лесосечных работ в условиях труднодоступных лесосек

Наиболее узким местом всех технологических процессов лесосечных работ, как с точки зрения экологической, так и с точки зрения эксплуатационной эффективности являются транспортные операции. В первую очередь, это касается трелевки.

В условиях разработки лесосек на холмисто-грядовых рельефах, наиболее предпочтительным видом первичного транспорта леса являются мобильные канатные трелевочные установки. Это подтверждается, также и следующими соображениями. Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года предусмотрено развитие глубокой переработки древесины, для чего потребуются освоение новых лесных массивов с ритмичной в течение года поставкой древесного сырья потребителям. Вновь осваиваемые лесные массивы часто расположены в удаленных районах со слабо развитой транспортной инфраструктурой и характеризуются большой долей слабонесущих грунтов, заболоченной и труднодоступной местностью. Одним из вариантов освоения таких лесных массивов с ритмичной заготовкой древесины в течение года является применение мобильных канатных установок на лесозаготовке. Канатные трелевочные установки используют, как правило, в горных условиях. В то же время за рубежом идёт интенсивное развитие конструкций канатных трелевочных установок для равнинных условий. В качестве примера, свидетельствующем об интересе к канатным трелевочным установкам для рассматриваемой цели, является сообщение о готовящемся проекте «Экологические технологии для лесозаготовок на болотных местностях Республики Беларусь, Республики Польша на основе канатных установок». Основная задача данного проекта — внедрение новых технологий на основе канатных установок чешской фирмы «Larix» для трелевки древесины из труднодоступных мест. Отечественной промышленностью были разработаны и испытаны в горных условиях опытные образцы установок на автомобильных и тракторных шасси, опыт создания которых можно использовать при разработке технологии и конструкции мобильных канатных установок для равнинной и пересеченной местности со слабонесущими и заболоченными грунтами.

Анализ конструкций мобильных канатных трелевочных установок позволяет утверждать, что ни одна из серийных моделей не соответствует природно-производственным условиям труднодоступных лесосек Северо-Запада РФ, характеризующихся малыми площадями, запасами леса на гектаре и объемом хлыста.

### Самоходная тыловая мачта мобильной канатной трелевочной установки

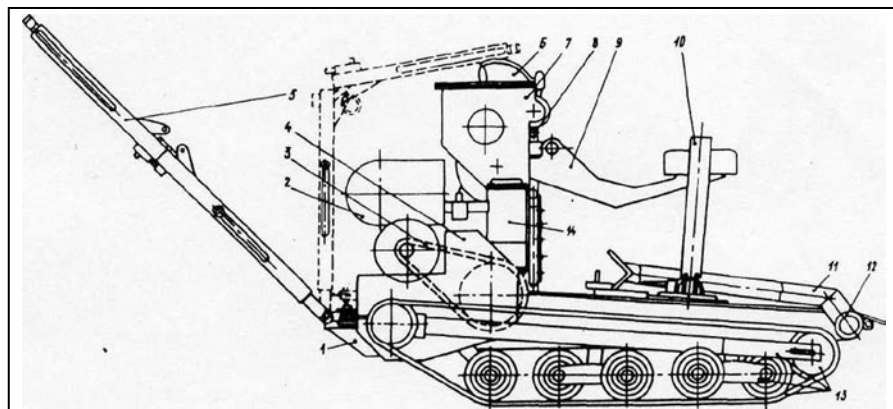
В настоящее время при разработке лесосек в условиях холмисто-грядовых рельефов, характеризующихся крутыми малопротяженными склонами можно применять мобильные канатные трелевочные установки (МКТУ), разработанные как в РФ, так и за рубежом.

Особенность МКТУ состоит в том, что все они являются однопролетными, причем головная мачта (складная или телескопическая) смонтирована на самоходной гусеничной или колесной базе, а тыловая мачта, вместе с канатной оснасткой, переносится и закрепляется различными методами вручную, что требует большого количества тяжелого ручного труда, и существенно снижает производительность МКТУ.

Тыловая мачта при разработке лесосеки, расположенной на склоне, требует нескольких перебазировок, число которых зависит от формы и размеров склона.

Все склоны по форме могут быть разделены на три вида конусообразные, чашеобразные (котловины), прямые.

**Компоновка малой универсальной машины: 1 — рама; 2 — двигатель; 3 — клиноремённый вариатор; 4 — коробка передач; 5 — водило; 6 — фара искатель; 7 — лебёдка; 8 — ограждение; 9 — откидное сиденье; 10 — коник; 11 — упоры; 12 — труба поперечная; 13 — ходовая часть; 14 — воздухоочиститель.**

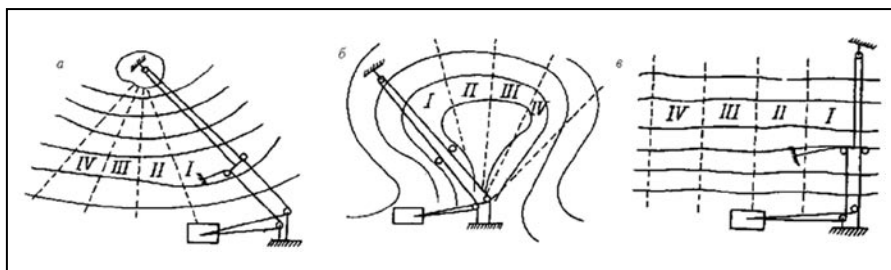


МКТУ МЛ 43-А

На конусообразных склонах лесосека разрабатывается путем последовательного перемещения нижней опоры при постоянном положении верхней опоры. Эта схема является наиболее эффективной, так как среднее расстояние трелевки составляет 1/3 длины установки, кроме того, сокращаются затраты на монтажно-демонтажные работы (отпадает необходимость перемещений верхней опоры).

Лесосеки на чашеобразных склонах разрабатывают путем последовательного перемещения на новую пасаку верхней опоры при постоянном положении нижней опоры. Эта схема имеет ряд недостатков: среднее расстояние трелевки составляет 2/3 длины установки, увеличиваются затраты на монтажно-демонтажные работы за счет переноски тыловой, более трудоемкой в монтаже опоры.

На прямых склонах лесосеки разрабатывают путем одновременного перемещения верхней и нижней опоры. Среднее расстояние трелевки при этом составляет 1/2 длины установки. На практике в пределах одной лесосеки, в условиях холмисто-грядовых рельефов, могут встретиться все три формы склонов, поэтому, как прави-



Технологические схемы разработки лесосек с пересеченным рельефом: а — на конусообразных склонах; б — на чашеобразных склонах; в — на прямых склонах

ло, разработка таких лесосек производится путем сочетания всех указанных схем.

Важным фактором, определяющим выбор технологии для разработки лесосеки, является ширина долин (распадов) между противоположными склонами. Возможностью складирования и отгрузки древесины непосредственно у подножия склона определяется и ступенчатость первичного транспорта древесины.

В широких долинах с сухими плотными грунтами возможны складирование и отгрузка древесины непосредственно от установки. При отсутствии таких долин спущенную канатной установкой древесину необходимо отвезти и укладывать на специальную площадку.

В долинах шириной не менее 50 м может применяться следующая технология разработки. Лесосеку разбивают на пасеки шириной 25-30 м. У основания склона прокладывают лесовозную дорогу. На границе между смежными пасеками устраивают тупиковые заезды, на которых размещаются лесовозные автомобили при погрузке леса. В промежутках между тупиковыми заездами находятся подштабельные места для укладки хлыстов.

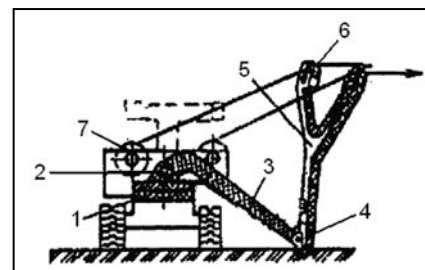
За тупиковыми заездами расчищается полоса для маневровых площадок. Древесину треляют и укладывают между тупиковыми заездами. Комли выравнивают трактором. Для

этого ослабляют и оттаскивают в сторону тягово-несущий канат, не отцепляя его от трактора. Трактор заходит с комлевой стороны штабеля и нажимает щитом на торцы комлей. Достоинство данной технологической схемы заключается в том, что стрелеванную древесину можно укладывать в запас и отгружать без, дополнительной транспортировки на специальные погрузочные площадки.

При ширине долин между противоположными склонами менее 50 м, может применяться следующая технологическая схема. Лесосеку разбивают на пасеки шириной 30 м. У основания склона прокладывают магистральный волок. Иногда для этого может быть использована лесовозная дорога. Спущенную установкой древесину отцепляют у магистрального волок. После спуска определенного объема приступают к подрелевке на погрузочную площадку, которую можно производить дополнительным трелевочным трактором. Повторная подрелевка является большим недостатком этой схемы, но в рассматриваемых условиях она неизбежна.

Для механизации переместительных операций в лесном хозяйстве, как в РФ, так и за рубежом выпускаются малые универсальные лесные тракторы (МУЛ).

Формула технического решения: Оснащение МУЛа специальным приспособлением, в виде мачты с боковым



Самоходная тыловая мачта для MKТУ (вид трактора сзади): 1 — поворотный круг; 2 — цапфа; 3 — наклонная стойка; 4 — шарнир; между наклонной и вертикальной стойками; 5 — вертикальная стойка; 6 — блоки; 7 — барабан для каната

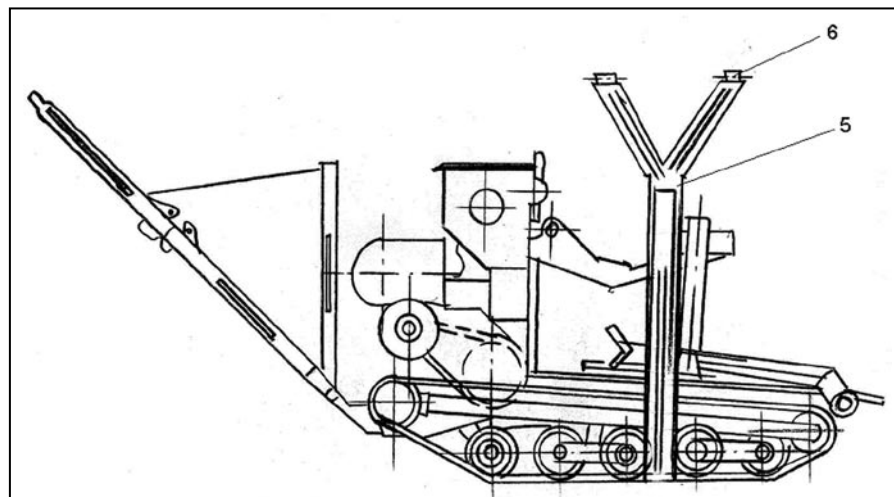
расположением на поворотной цапфе. К шасси посредством цапфы на поворотном круге прикреплена наклонная стойка. К концу наклонной стойки шарнирно крепится вертикальная стойка. Канат наматывается на барабаны и запасовывается в блоки на вертикальной стойке.

Во время работы MKТУ вертикальная и наклонная стойки вручную поворачиваются на поворотном круге в нужную сторону. Затем вручную поднимается вертикальная стойка, и выбирается необходимая длина каната с барабана. После разработки ленты, за счет шарнира, вертикальная стойка укладывается на наклонную, и при помощи поворотного круга укладывается в транспортное положение (показано пунктиром)

Преимущество бокового расположения мачты, по сравнению с фронтальным, заключается в том, что при освоении лесосеки шасси может перемещаться по коридору, не выполняя технологических маневров.

Данное техническое решение проверено на патентную чистоту и защищено патентом РФ на полезную модель (Григорьев И.В., Жукова А.И., Киселев Д.С., Иванов А.В., Григорьева О.И. Тыловая мачта для мобильной канатной трелевочной установки. Патент на полезную модель № 86135 опубл. 27.08.2009 Бюлл. № 24).

Вид модернизированной малой универсальной машины сбоку с тыловой мачтой



### Канатно-рельсовая трелевочная установка для условий заболоченных и переувлажненных лесосек

Как было показано выше, использование канатных трелевочных установок является одним из наиболее перспективных способов повышения экологической безопасности лесосечных работ для наиболее ранимых лесных экосистем.

Однако, применение канатных установок на трелевке резко снижает общую производительность на лесосечных работах. Это особенно касается заболоченных и переувлажненных лесосек, которые обычно имеет малые запасы леса на гектаре, и небольшие площади.

Технические решения по снижению трудоемкости канатной трелевки, принципиально не решают проблемы значительных трудозатрат на обслуживание мачт и канатной оснастки в условиях равнинных заболоченных и переувлажненных лесосек, а также их оперативное перемещение с пасеки на пасеку.

Для подвозки древесины от подножья горных лесосек к лесовозным дорогам в середине прошлого века успешно применялись канатно-рельсовые дороги (КРД). Несущим органом КРД являлся рельсовый путь, а тягловым канат.

Предлагается техническое решение позволяющее использовать все достоинства КРД для трелевки древесины в условиях заболоченных и переувлажненных равнинных лесосек.

Компоновка: на грузовой платформе, например, МАЗ-7313 устанавливается порталный подъемник (с телескопическими вставками, увеличивающими длину вылета стрелы).

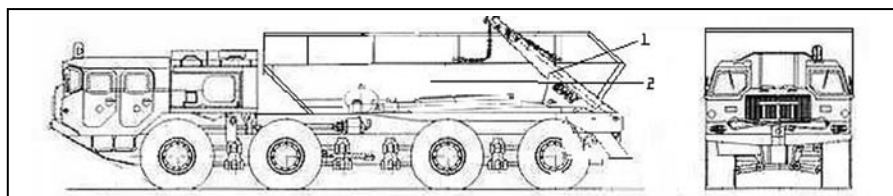
Наличие съемной платформы-бункера позволяет располагать оборудование для трелевки (находящееся в бункере) на поверхности земли, что упрощает приведение в рабочее состояние системы.

В бункере находится технологическое оборудование для трелевки: рельсы.

Принцип работы установки. Автомобиль подъезжает к месту, далее которого тракторная трелевка невозможна (граница болота). Затем происходит спуск бункера на землю (осуществляется по принципу спуска бункера контейнеровозом). После спуска бункера на землю из бункера выдвигаются рельсы. Рельсы укладываются и утрамбовываются под действием вышележащих рельс:

Далее рельсы разъезжаются, образуя рельсовую дорогу длиной до 300 м.

Далее по рельсам с помощью тросов движется каретка, которая подтаскивает деревья (хлысты), сваленные предвари-



Общий вид мобильной канатно-рельсовой трелевочной установки

тельно при помощи бензиномоторных пил к автомобилю, где происходит их дальнейшая обработка (очистка от сучьев, раскряжевка).

После завершения трелевки каретка «снимается» с каната, этим же канатом с помощью лебедки «собираются» рельсы.

Из вышеизложенного следует вывод, что предложенная система имеет существенные преимущества по сравнению с известными видами трелевки: большую мобильность (по сравнению с канатной трелевкой), рельсы оказывают меньшее давление на грунт (возможность работы установки на грунтах со слабой несущей способностью (в болотистой местности), что способствует меньшей деформации лесной почвы) по сравнению с трелевкой тракторами.

Данное техническое решение проверено на патентную чистоту и защищено патентом РФ на полезную модель (Григорьев И.В. Свойкин Ф.В., Никифорова А.И., Григорьева О.И., Хахина А.М. Канатно-рельсовая трелевочная установка Патент на полезную модель № 113917 опубл. 10.03.2012 Бюлл. № 7).

### Устройства, предотвращающие перегруз лесовозного транспорта и производящие автоматический учет лесоматериалов

Перевозка заготовленной древесины на лесопромышленные склады различного назначения и принадлежности является одной из основных фаз лесозаготовительного производства. На многочисленных совещаниях органов исполнительной власти различных

уровней неоднократно отмечалось, что без эффективного транспорта леса невозможно эффективное функционирование всего лесопромышленного комплекса в целом.

В настоящее время подавляющее большинство заготавливаемой древесины вывозится с лесосек при помощи автолесовозов с различным технологическим оборудованием. Причем, при доминирующей в нашей стране хлыстовой заготовке древесины, наиболее распространенным видом автолесовозов являются автолесовозы с прицепами — роллскаками.

Известно, что стремясь к получению максимальной производительности водители автолесовозов, которые часто находятся в их частной собственности или в аренде, максимально нагружают машины, что приводит к снижению их срока службы и разрушению лесовозных дорог.

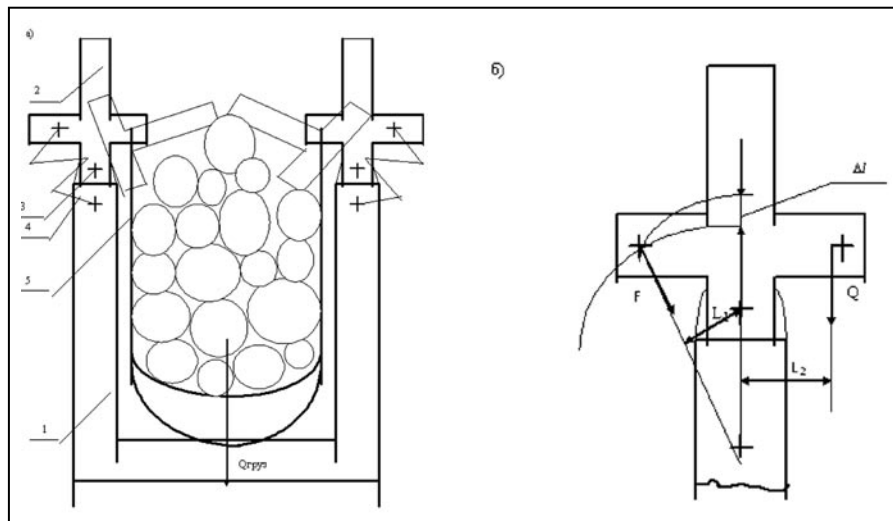
Особенно вредна, с экологической точки зрения, такая нагрузка на усы лесовозных дорог в условиях труднодоступных лесосек, где это часто может приводить к перерезанию естественных водотоков, и дальнейшему разрушению экосистемы.

Для предотвращения перегрузки автолесовозов, и возможности конструктивных ограничений максимальной нагрузки на коник предлагается следующее техническое решение.

Устройство, состоящее из неподвижной части стойки 1, жестко закрепленной на раме транспортного средства и полуприцепе автомобиля трелевочного транспорта и подвижной части стойки 2, имеющей возможность поворачиваться вокруг шарнира 3. Пунктиром показано подвижная часть стойки в повернутом положении. Поворотная часть стойки удерживается в вертикальном положении пружиной 4. С другой стороны по отношению к шарниру к поворотной части стойки прикреплен гибкий элемент 5 (трос, цепь и т.д.), длина которого подобрана так, чтобы он внизу не касался рамы.

Сила тяжести, погружаемых на транспортное средство длинномерных материалов (сортиментов, хлыстов, деревьев и т.д.) воспринимается гибким элементом и передается на поворотную часть стойки. До тех пор пока удерживающий момент от пружины

Схема устройства автоматического ограничения перегрузки транспортного средства и удержания груза



жины  $F \cdot l_1$  больше опрокидывающего момента от натяжения гибкого элемента  $Q \cdot l_2$  поворотная часть стойки будет находиться в вертикальном положении. Усилие натяжения пружины определяется по формуле:

$$F = Q_{\max} \cdot l_2 / l_1, \quad (1)$$

где  $F$  — усилие натяжения пружины;  $Q_{\max}$  — максимальная сила тяжести перевозимого груза, приходящаяся на стойку 1;  $l_1$  и  $l_2$  — расстояния.

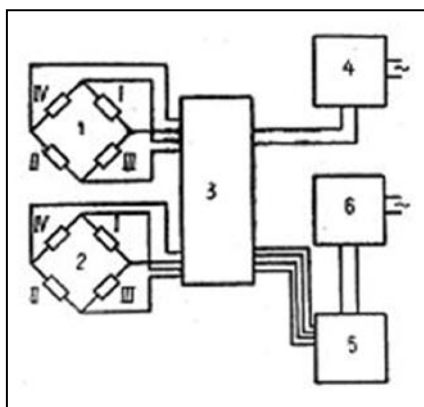
Когда опрокидывающий момент станет больше удерживающего, поворотная часть повернется вокруг шарнира  $O$ , при этом пружина сначала растянется, а затем укоротится. Наибольшее удлинение пружины  $\Delta l$  будет когда ось пружины проходит через шарнир  $O$ . При перемещении оси пружины за шарнир длина пружины уменьшается. Пружина создает уже не удерживающий момент, а опрокидывающий. Поворотную часть стойки ничто не удерживает в вертикальном положении, она поворачивается до контакта с погруженными материалами. Дальнейшая погрузка становится невозможной. Точки крепления гибкого элемента переместятся вниз и груз ложится на раму. Поворотная часть стойки за счет усиления пружины прижимает перевозимый груз вниз и предотвращает его произвольное перемещение.

Таким образом, предлагаемое устройство защищает транспортное средство от перегрузки и закрепляет перевозимый груз.

При разгрузке манипулятор (подъемный кран) захватывая один элемент груза или всю пачку и поднимая ее в воздух, приводит подвижную часть стойки в вертикальное (исходное) положение.

Данное техническое решение проверено на патентную чистоту и защищено патентом РФ на полезную модель (Тихонов И. И., Григорьев И. В., Жукова А. И., Ильюшенко Д. А., Иванов А. В., Григорьева О. И. Устройство учета веса лесоматериалов при

**Блок схема измерения и регистрации веса груза**



**Схема размещения груза на транспортном средстве.**

$$Q_1 = Q_2, \quad Q_3 = Q_4, \\ Q_{\text{груз}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

проведении погрузочно-разгрузочных работ. Патент на полезную модель № 84771 опубл. 20.07.2009 Бюлл. № 20.).

Схема размещения груза на лесовозе представлена на рисунке.

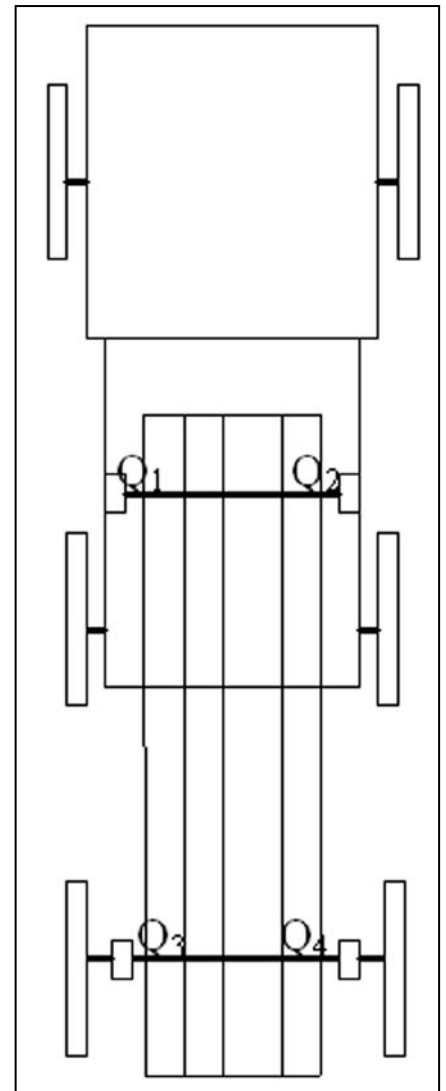
Еще одной проблемой лесозаготовительного производства в настоящее время является оперативный учет заготавливаемой древесины, который производится в нескольких точках пути, что снижает производительность технологической цепочки в целом. Кроме этого, оперативный и точный учет лесоматериалов является одним из аспектов эффективной борьбы с незаконными рубками леса.

Для решения этого вопроса предлагается следующее техническое решение.

В настоящее время одним из наиболее распространенных способов учета лесоматериалов является весовой, т.е. через измерение веса, при известной плотности лесоматериалов определяют их объем в метрах кубических. Этот метод является одним из наиболее точных, простых, и, соответственно, дешевых. Для этого на лесопромышленных складах устанавливаются специальные устройства, взвешивающие груженный лесовоз, и после разгрузки.

Использование данного метода в условиях лесосеки (погрузочного пункта) является в настоящее время невозможным, а для мелких лесопромышленных складов (с небольшим грузооборотом) взвешивающие устройства слишком дороги. В этой связи предлагается оснащать лесовозы несложной измерительной системой, позволяющей автономно определять вес вывозимого груза. Измерительная система состоит из следующих элементов: на верхних пластинах рессор каждой оси автолесовоза размещены тензодатчики (позиции 1 и 2), фиксирующие их деформации под нагрузкой. Электрический сигнал тензопреобразующих мостов подается на усилитель, например, 8АНЧ (поз. 3). Усиленные сигналы подаются на вибраторы регистрирующего устройства, например, осциллографа Н-117 (поз. 5), который производит запись силы веса груза при стоящем автолесовозе. Электропитание усилителя и осциллографа осуществляется от соответствующих блоков питания (поз. 4 и 6), которые получают энергию от бортовой электросети автолесовоза.

Данное техническое решение проверено на патентную чистоту и защищено патентом РФ на полезную модель (Тихонов И.И., Григорьев И.В., Жукова А.И., Киселев Д.С., Иванов А.В., Лепилин Д.В. Устройство учета



веса лесоматериалов при проведении транспортных работ. Патент на полезную модель № 86135 опубл. 27.08.2009 Бюлл. № 24.).

*Все рассмотренные технические решения разработаны сотрудником кафедры Технологии производств СПбГЛТУ, в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства», которая включена в реестр ведущих научных и научно-педагогических школ СПб.*

Григорьев И. В.,  
д. т. н., проф.,  
зав. кафедры ТЛЗП СПбГЛТУ  
Тихонов И. И.,  
к. т. н.,  
доцент кафедры ТЛЗП СПбГЛТУ  
Никифорова А. И.,  
к. т. н.,  
доцент кафедры ТЛЗП СПбГЛТУ  
Григорьева О. И.,  
к. с.-х. н.,  
доцент кафедры Лесоводства  
СПбГЛТУ