

Сведения об авторах

Романенко Николай Гаврилович – профессор кафедры гражданского права ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», кандидат юридических наук, доцент, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; e-mail: nikolajromanenko@yandex.ru.

Епифанова Татьяна Владимировна – профессор кафедры гражданского права ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», доктор экономических наук, доцент, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; e-mail: rostovshell@mail.ru.

Information about authors

Romanenko Nikolay Gavrilovich – Head of Civil Law Department, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Rostov State University of Economics», PhD in Juridical, Associate Professor, Rostov-on-Don, Russian Federation; e-mail: nikolajromanenko@yandex.ru.

Epifanova Tatiana Vladimirovna – Professor of Civil Law Department, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Rostov State University of Economics», DSc in Economics, Associate Professor, Rostov-on-Don, Russian Federation; e-mail: rostovshell@mail.ru .

DOI: 10.12737/article_5967ea2c060cf4.14619902

УДК 630*46

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

кандидат технических наук, доцент **А. В. Рубинская**¹

кандидат технических наук, доцент **А. П. Мохирев**¹

О. К. Пузырева¹

А. А. Керющенко¹

¹ – Лесосибирский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск, Российская Федерация

Влияние на почву лесозаготовительными машинами заключается в уплотнении, деформации, минерализации почвы, изменении ее структуры, биологических, водно-физических и химических свойств. Степень негативного влияния техники на почвы зависит от конструкции и систем машин, применяемых технологий заготовки древесины, климатических, лесорастительных и других факторов. Под действием массы трелевочных тракторов нарушаются водно-физические свойства почвы, происходит усиление поверхностного стока, приводящего к эрозии почв. В целях ослабления вредного влияния лесозаготовительных машин на подрост и почву необходимо соблюдать организационно – технические и лесоводственные правила и требования. Требуется необходимость в осуществлении контроля и своевременная регулировка двигателей автомобилей и другой техники, для того что бы уменьшить выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников. Приводится комплексная оценка воздействия лесозаготовительного процесса на окружающую среду, и предлагаются мероприятия по снижению техногенной нагрузки на почву, водные объекты. Определен ориентировочный объем использования технических средств при заготовке леса в течение года, ориентировочный расход топлива двигателями лесозаготовительной техники, годовое количество выбросов в атмосферу от сжигания топлива двигателями лесозаготовительной техники, характеристика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу после очистки газонейтрализаторами. Выполнен расчет выбросов загрязняющих веществ автомобилями при транспортировке древесины в процессе проведения сплошных рубок, представлен максимальный секундный выброс загрязняющих веществ при условии одновременной работы техники с максимальным расходом топлива. Определено общее количество выбросов загрязняющих веществ при заготовке леса, от лесозаготовительной техники, автотранспорта и выбросов из резервуаров.

Ключевые слова: выбросы, почвогрунты, загрязняющие вещества, лесозаготовительный процесс, лесозаготовительная техника.

DEVELOPMENT OF MEASURES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION DURING LOGGING PROCESS

PhD in Engineering, Associate Professor **A. V. Rubinskaya**¹

PhD in Engineering, Associate Professor **A. P. Mokhirev**¹

O. K. Puzyreva¹

A. A. Keryushchenko¹

1 – Lesosibirsk branch of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Siberian State Aerospace University»,
Lesosibirsk, Russian Federation

Abstract

Impacts of forest machines on soil is compaction, deformation, mineralization of soil; changing its structure, biological, water-physical and chemical properties. The degree of the negative impact of machinery on soil depends on the design and systems of machines, applied technologies of timber harvesting, climate, forest growth and other factors. Under the influence of the mass of skidders, water and physical properties of the soil are violated, increasing surface runoff leading to soil erosion. In order to mitigate harmful impact of forest machines on the undergrowth and soil it is necessary to observe organizational and technical and silvicultural rules and requirements. There is a necessity in control and timely adjustment of engines of cars and other vehicles, in order to reduce pollutant emissions from mobile sources. Comprehensive assessment of the impact of timber harvesting on the environment is provided and measures to reduce the anthropogenic impact on soil, water bodies are proposed. Approximate amount of the use of technology in harvesting forest during the year is determined; fuel consumption by the engines of logging equipment, the annual amount of emissions from fuel combustion engines, forestry equipment, characteristics of gross emissions of pollutants into the atmosphere after cleaning with gas-neutralizers is estimated. The calculation of the emissions of vehicles at transportation of wood in the process of clear-cutting, the maximum second pollutant emissions is presented while vehicles with maximum fuel consumption. Total quantity of pollutant emissions during logging, logging equipment, motor vehicles and emissions from storage tanks is defined.

Keywords: emissions, soils, pollutants, logging process, harvesting machines.

Система машин или машина и технология заготовки древесины являются управляемыми факторами при оценке степени воздействия лесозаготовок на лесные почвогрунты. Ходовая часть (гусеничная или колесная) лесозаготовительной техники оказывает значительные негативные изменения на лесные почвогрунты. Является необходимостью разработка новых лесозаготовительных машин, которые отвечают требованиям лесозаготовительного производства и лесоводства и оказывают менее опасное последствие воздействие для лесных почв. К ним относятся такие виды лесозаготовительных машины, которые не превышают допустимое повреждение лесных почв. Быстрая регенерация после воздействия на нее системы лесозаготовительных машин, определяет допустимую величину повреждений лесной подстилки.

Воздействие лесозаготовительных машин на почвы, рассмотрен в работе авторов [11, 14]. При воздействии лесозаготовительной техники на почвогрунты заключается в изменении ее структуры, водно-физических, химических и биологических свойств,

деформации, уплотнении, минерализации почвы. Степень негативного влияния техники на почвы зависит от систем машин и конструкции применяемых технологий заготовки древесины, климатических, лесорастительных и других факторов.

Одна из главных задач при лесозаготовках – обеспечить возобновление вырубленных площадей продуктивными типами леса. При этом огромное значение имеет то, какую технику и средства механизации использовали при заготовке леса, какую технологию применяли (с сохранением подроста или без), каким способом трелевали древесину (в хлыстах, деревьями, сортиментами) и т.д. В настоящее время лесозаготовительный процесс практически полностью механизирован. Валку леса осуществляют различными средствами механизации или механизации: бензо – и электропилами, валочными, валочно – пакетирующими, валочно – трелевочными машинами. Трелевку деревьев, хлыстов, или сортиментов осуществляют трелевочными тракторами чокерными и безчокерными, лебедками.

В целях ослабления вредного влияния лесозаготовительных машин на подрост и почву необходимо соблюдать организационно – технические и лесоводственные правила и требования.

К мероприятиям, обеспечивающим естественное возобновление вырубков, относятся: сохранение и опривка подроста; оставление обсеменителей; очистка вырубков; минерализация почвы.

Техника, используемая при заготовке леса, может повредить подрост, но самое главное – она оказывает влияние на почву. Наибольший вред лесной среде наносит тракторная трелевка в летне-осенний период. Зимой, когда высота снежного покрова в лесу достигает 1,5 метров, почва не повреждается.

Наибольшее воздействие трелевка оказывает на глинистые сырые почвы, которые под тяжестью трактора сильно деформируются и уплотняются, нарушается структура почвы, все микропиляры уничтожаются.

Если трелюются деревья, (они могут находиться в полу подвешенном состоянии или полностью протаскиваться по земле), то пачкой деревьев уничтожается или повреждается подрост, находящийся вблизи волоков, сдирается мертвая подстилка, обнажается и уплотняется почва на полосах шириной до восьми метров. При трелевке деревьев вершиной вперед, от комлевой части пачки, кроме всего прочего, образуются глубокие желоба и канавы, которые быстро заполняются водой. При трелевке за комли в большей степени повреждается и уничтожается подрост. В наименьшей степени на лесную среду влияет трелевка сортиментов, когда хлысты разделяются на сортименты на месте и вывозятся с лесосеки в полностью подвешенном состоянии специальными самозагружающимися трелевочными тракторами – форвардерами. Большое значение имеет, на гусеничном ли ходу трелевочный трактор или на колесном. Общепринятое мнение, что колесные тракторы не повреждают почву, а, следовательно, предпочтительнее с лесовозной точки зрения. Трелевочные тракторы на гусеничном ходу неоднозначно влияют на лесную среду. С одной стороны, это влияние может быть положительным: при проходе трактора по одному месту не более четырех раз вреда почве практически не наносится, зато образуется «минерализованная» полоса, на которой перемешиваются органический и минеральный слой почвы, что благо-

приятствует прорастанию семян и появлению последующего возобновления. С другой стороны, при проходе трактора более четырех раз почва повреждается сильно, что отрицательно сказывается на появлении новых всходов [3].

При проведении лесозаготовительных работ основными видами воздействия на атмосферный воздух являются:

- загрязняющие вещества которые выбрасываются в атмосферу, образующиеся при сгорании топлива в двигателях лесовозной и лесозаготовительной техники;

- пары нефтепродуктов которые выбрасываются в атмосферу из резервуаров и проливы нефтепродуктов при хранении ГСМ и во время заправки техники.

Ориентировочный объем использования технических средств при заготовке леса в течение года и ориентировочный расход топлива двигателями лесозаготовительной техники представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1
Ориентировочный объем использования технических средств при заготовке леса в течение года

Наименование техники	Запланированный объем, м ³ /м.смен	Время в работе	
		машиносмен	часов
ЛП-19	168	1800	14400
ТТ-4	87	136	1088
Бензопила	82	1380	11040
ЛП-18	87	690	5520
МЛ-65	138	580	4640
МЛ-107	140	643	5144
ЛТ-187	138	652	5216
ЛТ-154	85	647	5176
Чел. погрузчик ЛТ-188	280	1143	9144
КРАЗ, УРАЛ, КАМАЗ	26	14230	113840

Количество выбросов в атмосферу от сжигания топлива двигателями лесозаготовительной техники в год показано в табл. 3.

Для того чтобы дать комплексную оценку воздействия на окружающую среду при лесозаготовительном процессе техногенной нагрузки, было определено годовое количество выбросов в атмосферу от сжигания топлива двигателями лесозаготовительной техники, согласно методикам [12, 13, 18], представленное в табл. 3.

Таблица 2
Ориентировочный расход топлива двигателями
лесозаготовительной техники

Наименование техники	Норма расхода дизельного топлива, кг/1000м ³	Расход ГСМ (дизельное топливо, бензин) т/год
ЛП-19	447	135,1
Бензопила	160	4,8
ТТ-4	836	28,0
ЛП-18	865	51,9
МЛ-107	900	81,0
МЛ-187	970	87,3
МЛ-65	906	81,5
ЛТ-154	970	53,4
Челюстной погрузчик Т-188	250	81,1
Всего:		522,7

На основании ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений» и ГОСТ 17.2.2.01-84 «Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений» [10], принят коэффициент, кото-

рый показывает какое количество загрязняющих веществ выбрасывается дизельными двигателями лесозаготовительной техники, т/т в атмосферу.

Так как у лесозаготовительной техники во всех дизельных двигателях используются газонейтрализаторы типа БКД-243, которые эффективно очищают выхлопы дизельных двигателей на уровне: СО, углеводороды – 50 %; сажа, окислы азота, диоксид серы – 40 %, позволяют уменьшить выброс вредных веществ в атмосферу. Улавливающая способность газонейтрализатора (на основании технической характеристики) составляет: СО – 94 %, углеводороды, диоксид серы, сажа – 100 %, окислы азота – 10 %.

При расчете выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в качестве исходных данных для расчета были приняты показатели ЗАО «Новоенисейский ЛХК» [17].

Количество валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу после очистки газонейтрализаторами приведено в табл. 4.

Выбросы загрязняющих веществ автомоби-

Таблица 3

Годовое количество выбросов в атмосферу от сжигания топлива двигателями лесозаготовительной техники

Наименование загрязняющего вещества	Карбюраторные			Дизельные			Сумма тонн/год
	g	B	выброс тонн/год	g	B	выброс тонн/год	
Оксид углерода	0,6	2,9	1,4700	0,025	678	16,9500	18,6900
Углеводороды	0,1	2,9	0,2900	0,012	765,76	8,1360	8,4260
Оксид азота	0,03	2,9	0,0870	0,0004	765,76	0,2712	0,3582
Сажа	0,00058	2,9	0,0017	0,005	765,76	3,3900	3,3917
Сернистый ангидрид	0,002	2,9	0,0058	0,002	765,76	1,3560	1,3618
Свинец	0,0003	2,9	0,0009	0,0	765,76	0,00	0,0009
Бенз(а)пирен*	2,3	2,9	6,67x10 ⁻⁷	2,45x10	765,76	1,66x10 ⁻⁷	8,33x10 ⁻⁷

Таблица 4

Характеристика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу после очистки газонейтрализаторами

Наименование вредных веществ в выбросах	Класс опасности	Валовый выброс загрязняющих веществ, т/год		Проектная степень газоочистки, %	Количество, т/год	
		всего	поступает на очистку		уловленных веществ	выброс в атмосферу
Оксид углерода	4	18,69	17,9424	50	8,9712	9,7188
Углеводороды	3	8,426	8,426	50	4,213	4,213
Оксиды азота	2	0,3582	0,03582	40	0,01433	0,343872
Сернистый ангидрид	3	1,3618	-	0	-	1,3618
Сажа	3	3,391682	3,391682	40	1,35667	2,0350092
Бенз(а)пирен	1	8,33x10 ⁻⁷	-	0	-	8,33x10 ⁻⁷

лями при транспортировке древесины при расходе дизельного топлива 217 т показаны на рис. 1, 2.

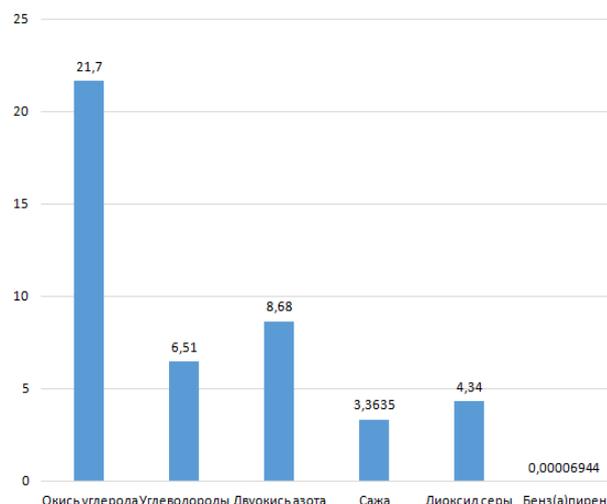


Рис. 1. Количество загрязняющих веществ, т/год при расходе дизельного топлива 217 т

Расчет выбросов загрязняющих веществ от дизельных двигателей разных марок, приведенный в таблице 6, производится по формуле

$$M_{зв} = B \cdot F, \quad (1)$$

где B – расход топлива, т;

F – коэффициент выброса загрязняющих веществ, г/кг (т/т), приведен в табл. 3.

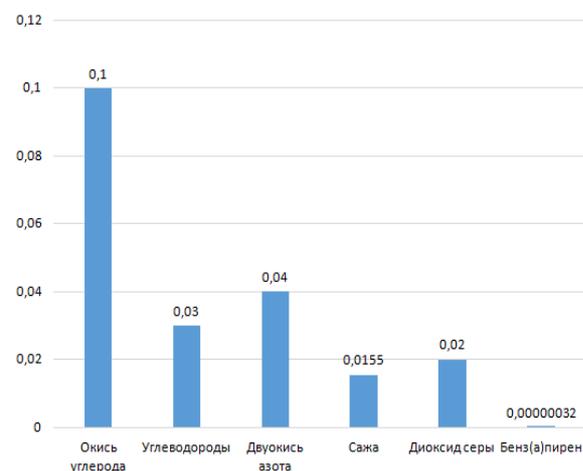


Рис. 2. Удельные выбросы загрязняющих веществ дизельными двигателями автотранспорта, т/т при расходе дизельного топлива 217 т

Максимальный секундный выброс загрязняющих веществ при условии одновременной ра-

боты техники с максимальным расходом дизельного топлива 33,27 г/с показан на рис. 3, 4.

Поскольку величина секундных выбросов вредных веществ весьма незначительна – суммарный максимальный выброс составляет 0,11 г/с, при условии одновременного действия всех источников выброса загрязняющих веществ, превышения санитарных норм не ожидается. Исходя из состава загрязнителей, залповых и аварийных выбросов наблюдаться не будет.

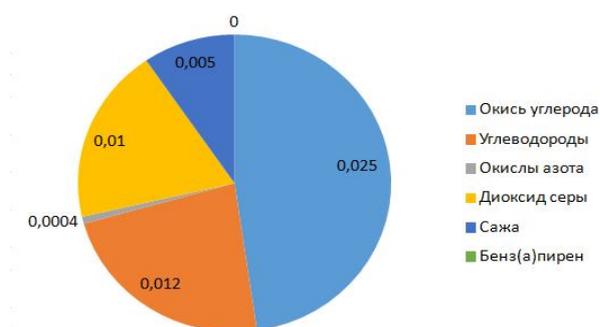


Рис. 3. Удельные выбросы при сгорании дизельного топлива, т/т

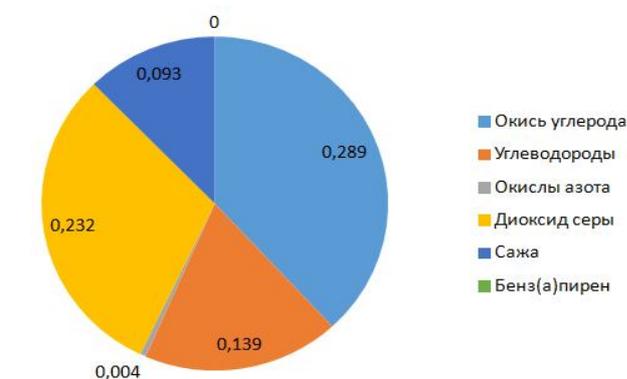


Рис. 4. Выброс от сжигания дизельного топлива, г/с

Расчет выбросов загрязняющих веществ при приеме, хранении и отпуске топлива для наземных резервуаров производится по формулам:

- для расчета максимальных разовых выбросов

$$M = \frac{C_1 \cdot Kp_{\max} \cdot Vr_{\max}}{3600}, \quad (2)$$

- для расчета валовых выбросов

$$G = (Y_2 \cdot B_{оз} + Y_3 \cdot B_{ел}) \cdot Kp_{\max} \cdot 0,000001, \quad (3)$$

где C_1 – концентрация паров нефтепродуктов

в резервуаре, г/м³;

U_2, U_3 – средние удельные выбросы из резервуаров в осенне-зимний и весенне-летний период, г/т;

$V_{O_2}, V_{вл}$ – объем топлива в осенне-зимний и весенне-летний период, т;

Kp_{max} – опытный коэффициент;

$V_{Г_{max}}$ – объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время его заправки, принимается равным производительности насоса, м³/ч.

Исходные данные и результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ из резервуаров ГСМ сведены в табл. 5, 6.

Таблица 5

Исходные данные для расчета выбросов из резервуаров ГСМ

Наименование	Показатель
Конструкция резервуара	наземн. горизонт
$V_{O_2}, т$	550
$V_{вл}, т$	550
$V_{Г_{max}}, м^3/час$	24
$C_1, г/м^3$	3,14
$U_2, г/т$	1,9
$U_3, г/т$	2,6
Kp_{max}	1

Таблица 6

Выбросы загрязняющих веществ из резервуаров ГСМ

Наименование вещества	Максимальный выброс, г/сек		Валовый выброс, т/период	
	мг/с	конц., %	т/год	конц., %
Предельные	0,020843	99,57	0,0011351	99,57
Ароматические	0,000031	0,15	0,00000171	0,15
Сероводород	0,000059	0,28	0,000003192	0,28

Общее количество выбросов загрязняющих веществ при проведении заготовки древесины показано на рис. 5, 6.

Требуется необходимость в осуществлении контроля и своевременная регулировка двигателей автомобилей и другой техники, для того чтобы уменьшить выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников. Топливо для лесозаготовительной техники должно заправляться с передвижных заправочных станций, так же контроль за соблюдением номенклатуры топлива и масел, расхода топлива, вывоз и сбор отработанных масел также будет значительно умень-

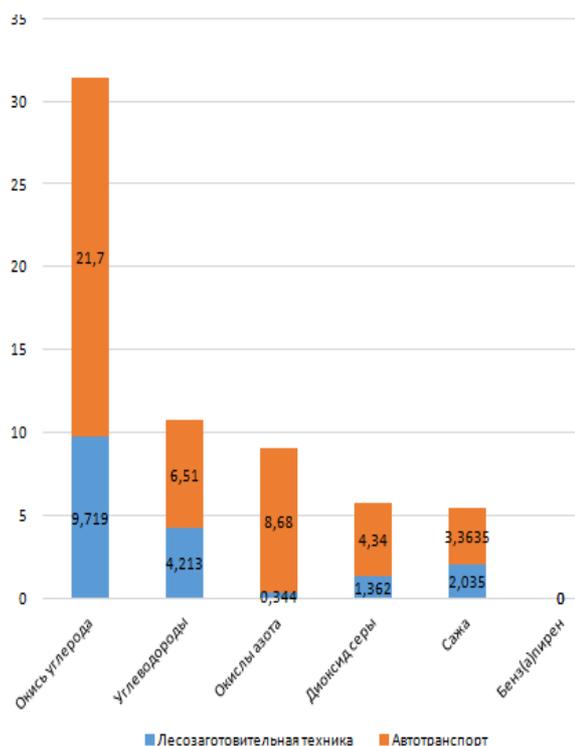


Рис. 5. Выбросы загрязняющих веществ от лесозаготовительной техники и автотранспорта при заготовке леса, т/год

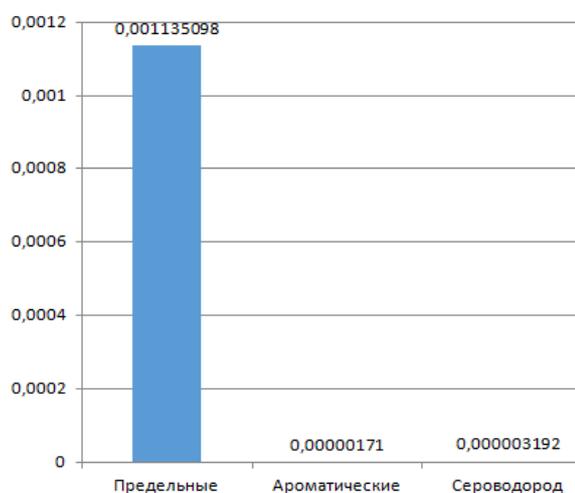


Рис. 6. Выбросы из резервуаров при заготовке леса, т/год

шать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Следует устанавливать каталитические нейтрализаторы на выхлопных трубах лесозаготовительной техники для снижения загрязняющих веществ.

При соблюдении действующих нормативов и тщательном контроле загрязнение воздуха будет незначительным и не превысит нормы предельно допус-

тимых концентраций (ПДК), установленных для данного района работ.

Лесозаготовительные машины имеют неорганизованный характер и постоянно меняют свое местоположение, учитывая, что выхлопные трубы расположены до 1 м, предполагается что основные концентрации загрязняющих веществ будут находиться вблизи работающей техники. Загрязнение атмосферы выбросами не должно превышать ПДК максимально разовую [16].

При хранении ГСМ случаются разливы, которые загрязняют почву, те площади, которые постоянно находятся под воздействием разливов ГСМ в течении пяти лет не образуют дернового горизонта. Небольшие концентрации не представляют собой опасности, однако при попадании в воду, нарушают её физические свойства.

С целью минимизации воздействия на почвы вследствие механических повреждений, уплотнения и заболачивания почв, развития эрозионных процессов при проведении лесозаготовительных и лесохозяйственных мероприятий должны соблюдаться следующие требования:

- при планировании мероприятий должен учитываться способ и сезон проведения работ с учетом лесорастительных условий участка (тип леса, тип почвенных условий);

- строго соблюдаться установленные сроки лесосечных работ;

- на склоновых лесосеках волокна должны размещаться поперек склона;

- во влажных условиях местопрорастания трелевка древесины в весенний, летний, осенний периоды допускается только по волокнам, укрепленным порубочными остатками, согласно правил заготовки древесины, при этом максимальное расстояние трелевки не должно превышать 300 м;

- необходимо приостанавливать лесозаготовку/трелевку древесины при переувлажнении верхнего слоя почвы после ливневых или затяжных дождей до восстановления нормальных физико-механических свойств почвы на делянке;

- останавливать лесозаготовку и вывозку древесины в период весенней и осенней распутицы;

- общая площадь под погрузочными площадками, производственными и бытовыми объектами должна быть минимальной и при сплошных рубках состав-

лять не более 5 % от общей площади лесосеки (при площади более 10 га);

- общая площадь трасс волоков и дорог должна составлять при сплошных рубках не более 20 %, с применением многооперационной техники до 30 % от общей площади лесосеки.

Прокладка дороги должна осуществляться по малоценным землям, для их меньшего ущерба, так же рекомендуется прокладывать трассу дороги по имеющимся объектам в лесном массиве, таких как железные дороги, высоковольтные линии, противопожарные разрывы.

Технику следует заправлять из емкостей, имеющих насос или при помощи топливозаправщиков, для минимального загрязнения почвы на лесных объектах. Во избежание попадания ГСМ в почву в лесу, все емкости для заправки лесозаготовительных машин должны быть оборудованы запорными кранами и поддонами.

На территории леса запрещается захламление и устройство свалок бытовыми и промышленными отходами, весь мусор должен складироваться в специально отведенном для этого месте, и после завершения всех лесозаготовительных работ должен быть вывезен для утилизации.

Согласно анализу особенностей восстановления лесов, в Красноярском крае [6, 7, 8, 9], предлагается комплекс мероприятий по воспроизводству лесов, путем лесовосстановления и ухода за лесами:

- сохранение жизнеспособного подростка и молодняка хвойных пород (уход за сохраненным подростом), оставление одиночных и групповых семенников и семенных куртин;

- минерализация поверхности почвы;

- создание лесных культур.

Восстановление леса зависит от природно-климатических характеристик региона, от наличия подростка уже до рубки и от способа разработки лесосеки.

Меры по сохранению подростка лесных насаждений осуществляются одновременно с проведением рубок лесных насаждений. Рубка в таких случаях проводится с применением технологий, позволяющих обеспечить сохранение от уничтожения и повреждения количество подростка и молодняка ценных лесных древесных пород не менее предусмотренного при отводе лесосек. После проведения рубок проводится уход за сохраненным подростом и молодняком лесных древес-

ных пород путем их освобождения от завалов порубочными остатками, вырубки сломанных и поврежденных лесных растений.

В количестве 70 % должен обеспечиваться подрост лесных насаждений, ценных пород и сохранение молодняка, при проведении сплошных рубок спелых, перестойных лесных насаждений. Так же не менее 20 % от общей площади лесосеки, должна проводится минерализация лесосеки с целью естественного возобновления. Лесные культуры должны создаваться на вырубках и гарях с отсутствием под-

роста. Этот вопрос подробно рассмотрен в работах [1, 2, 3, 4, 5].

Из вышесказанного следует, что в результате лесозаготовительного процесса, несомненно, происходит давление техногенной нагрузки на почвогрунт, водные объекты, атмосферный воздух, что негативно сказывается на экосистеме в целом. Тем не менее, соблюдение предложенных в работе технологических мероприятий позволит в значительной степени снизить техногенную нагрузку на окружающую среду в результате лесозаготовительной деятельности.

Исследования проведены при поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»

Библиографический список

1. Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. [Text] / E. Ampoorter, R. Goris, W. M. Cornelis, K. Verheyen // *Forest Ecology and Management*. – 2007. – 241. – P. 162-174.
2. Ballard, T. M. Impacts of forest management on northern forest soils. [Text] / T. M. Ballard // *Forest Ecology and Management*. – 2000. – 133. – P. 37-42.
3. Demir, M. Investigation of timber harvesting impacts on herbaceous cover, forest floor and surface soil properties on skid road in an oak (*Quercus petraea* L.) stand. [Text] / M. Demir, E. Makineci, E. Yilmaz // *Building and Environment*. – 2007. – 42. – P. 1194-1199.
4. Dynamic load and inflation pressure effects on contact pressures of a forestry forwarder tire. [Text] / H. G. Jun [et al.] // *Journal of Terramechanics*. – 2004. – 41. – P. 209-222.
5. Labelle, E. R. Soil compaction caused by cut-to-length forest operations and possible short-term natural rehabilitation of soil density [Text] / E. R. Labelle, D. Jaeger // *Soil Science Society of America Journal*. – 2011. – 75. – P. 2314-2329.
6. Векшин, В. Н. Анализ особенностей восстановления лесов в Красноярском крае. Эколого-экономические проблемы Восточно-Сибирского региона [Текст] / В. Н. Векшин, В. В. Бельков, Ф. М. Овчинников // Сб. научно-техн. статей. Вып. 1. / РАЕН, ВСО МЭЭСИ. – Красноярск, 2001. – С. 16-27.
7. Горяева, Е. В. Влияние технологии лесозаготовительных работ на возобновление вырубок [Текст] / Е. В. Горяева, Н. В. Аксёнов // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. – 2010. – № 27. – С. 10-13.
8. Горяева, Е. В. Влияние типа леса на естественное лесовосстановление после сплошнолесосечных рубок [Текст] / Е. В. Горяева, А. П. Мохирев // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 3. – С. 131-134.
9. Горяева, Е. В. Оптимизация лесопользования и лесовосстановление на вырубках в условиях Нижнего Приангарья [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02, 06.03.03 / Е. В. Горяева. – Красноярск, 2007. – 210 с.
10. ГОСТ 21393-75. «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений» и ГОСТ 17.2.2.01-84 «Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений». – М., 1977. – 9 с.
11. Котиков, В. М. Воздействие лесозаготовительных машин на лесные почвы [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.01. / В. М. Котиков. – М., 1995. – 37 с.
12. Методика определения массы выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух [Текст]. – М., 1993. – 56 с.
13. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров [Текст]. – М., 1997. – 78 с.
14. Мохирев, А. П. Воздействие лесозаготовительных машин на почвенный покров [Текст] / А. П. Мохирев,

А. А. Керющенко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 2-1 (13-1). – С. 258-262.

15. Мохирев, А. П. Критерии оценки технологий лесозаготовительных производств [Электронный ресурс] / А. П. Мохирев, П. Ф. Мохирев // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 38. – № 4 (38). – С. 122. – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3318.

16. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух [Текст]. – М.: Госкомприрода, 1991. – 158 с.

17. Программа социально-экономического развития Мотыгинского района Красноярского края на 2011-2020 годы [Электронный ресурс] / Муниципальный район Мотыгинский официальный сайт. – Режим доступа: <http://motadm.ru/in/md/econ>.

18. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 234 с.

References

1. Ampoorter E., Goris R., Cornelis W. M., Verheyen K. Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. *Forest Ecology and Management*, 2007, 241, pp. 162–174.

2. Ballard T. M. Impacts of forest management on northern forest soils. *Forest Ecology and Management*, 2000, 133, pp. 37–42.

3. Demir M., Makineci E., Yilmaz E. Investigation of timber harvesting impacts on herbaceous cover, forest floor and surface soil properties on skid road in an oak (*Quercus petraea* L.) stand. *Building and Environment*, 2007, 42, pp. 1194–1199.

4. Jun H. G., Way T. R., Löfgren B., Landström M., Bailey A. C., Burt E. C., McDonald T. P. Dynamic load and inflation pressure effects on contact pressures of a forestry forwarder tire. *Journal of Terramechanics*, 2004, 41, pp. 209–222.

5. Labelle E.R., Jaeger D. Soil compaction caused by cut-to-length forest operations and possible short-term natural rehabilitation of soil density. *Soil Science Society of America Journal*, 2011, 75, pp. 2314–2329.

6. Vekshin V.N., Bel'kov V.V., Ovchinnikov F.M. *Analiz osobennostej vosstanovlenija lesov v Krasnojarskom krae. Jekologo-jekonomicheskie problemy Vostochno-Sibirskogo regiona* [The analysis of the specifics of forest restoration in the Krasnoyarsk region. Environmental and economic problems of the Eastern-Siberian region]. Sb. nauchno-tehn. statej. Vyp.1. / RAEN, mezhotraslevaja jekologo-jekonomicheskaja sistema issledovanij Rossijskoj akademii estestvennyh nauk. [Sb. nauchno-tekhn. articles. Vol.1. / RYAN, intersectoral ecological-economic system studies of the Russian Academy of natural Sciences] Krasnoyarsk, 2001, pp. 16-27. (in Russian)

7. Goryaeva E.V., Aksenov N.V. *Vlijanie tehnologii lesozagotovitel'nyh rabot na vozobnovlenie vyrubok* [Influence of harvesting technology on the resumption of logging] *Aktual'nye problem lesnogo kompleksa* [Actual problems of forest complex]. 2010, no 27, pp. 10-13. (in Russian)

8. Goryaeva E.V., Mokhirev A.P. *Vlijanie tipa lesa na estestvennoe lesovosstanovlenie posle sploshno lesosechnyh rubok* [Influence of forest types on natural regeneration after clear cuttings] *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian University]. 2010, no 3, pp. 131-134. (in Russian)

9. Goryaeva E.V. *Optimizacija lesopol'zovaniya i lesovosstanovleniya v rubkah v uslovijah Nizhnego Priangar'ja*. dis. kand. s.-hoz. nauk. 06.03.02, 06.03.03. [Optimization of forest use and reforestation on clearings in the Lower Angara region PhD in Agriculture] Krasnoyarsk, 2007, 210 p. (in Russian)

10. GOST 21393-75. "Avtomobili s dizel'jami. Dymnost' otrabotavshih gazov. Normy i metody izmerenij" i GOST 17.2.2.01-84 "Dizel'nyj avtomobil'nye. Dymnost' otrabotavshih gazov. Normy i metody izmerenij" [State Standard 21393-75. "Cars with diesel engines. Opacity of exhaust gases. Limits and methods of measurement" and GOST 17.2.2.01-84 "Diesel car. Opacity of exhaust gases. Limits and methods of measurement"]. Moscow, Standartinform Publ., 1977, 9 p. (in Russian)

11. Kotikov V.M. *Vozdejstvie lesozagotovitel'nyh mashin na lesnye pochvy*. Avtoref. Dis. dokt. tehn. nauk. 05.21.01. [Impact of forest machines on forest soil DSc in Engineering] Moscow, 1995, 37 p. (in Russian)

12. *Metodika opredelenija massy vybrosov zagraznjaj ushhivshhestv avtotransportnym i sredstvami v atmosferyjnyj vozduh* [The methodology to determine the mass emissions of pollutants from vehicles in the atmospheric air]. Moscow, 1993. - 56 p. (in Russian)

13. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju vybrosov zagryaznjaj ushhihveshhestv v atmosferu iz rezervuarov* [Methodological guidance for estimating emissions of pollutants into the atmosphere from reservoirs]. Moskva, 1997, 78 p. (in Russian)
14. Mokhired, A.P., Keryuschenko, A.A. *Vozdejstvie lesozagotovitel'nyh mashin na pochvennyj pokrov* [The Impact of forest machines on the soil cover]. *Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij 21 veka: teorijaipraktika* [Actual directions of scientific researches of the 21 century: theory and practice]. 2015, Vol. 3. No. 2-1 (13-1), pp. 258-262. doi: 10.12737/10134 (in Russian)
15. Mokhired A.P., Mokhired P.F. *Kriterii otsenki tekhnologiy lesozagotovitel'nykh proizvodstv* [Evaluation criteria of technologies for logging industries] - *Inženernyj vestnik Dona* [Engineering journal of don]. 2015, Vol. 38, no. 4 (38), pp. 122. Available at: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2015/3318. (In Russian).
16. *Perechen' I kodyvshhestv, zagryaznjaj ush hih atmosfernyj vozduh* [List and codes of substances polluting atmospheric air]. Moscow, Goskompriroda, 1991, 158 p. (in Russian)
17. *Programma social'no-jekonomicheskogo razvitija Motygin'skogo rajona Krasnojarskogo krajana 2011-2020 gody / Municipal'nyj rajon Motygin'skij oficial'nyjsajt* [The program of socio-economic development motiginsky district of Krasnoyarsk region for 2011-2020 / Municipal district]. Available at: <http://motadm.ru/in/md/econ> (accessed 17 October 2011) (in Russian)
18. *Sbornik metodik poraschetu vybrosov v atmosferu zagryaznjaj ush hihveshhestv razlichnym i proizvodstvami* [Collection methods for calculating emissions of pollutants by various industries]. Leningrad, 1988, 234 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Рубинская Анастасия Владиславовна – доцент кафедры технологий лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», кандидат технических наук, доцент, г. Лесосибирск, Российская Федерация; e-mail: rubinav1@mail.ru.

Мохирев Александр Петрович – доцент кафедры технологий лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», кандидат технических наук, доцент, г. Лесосибирск, Российская Федерация; e-mail: ale-mokhired@yandex.ru.

Пузырева Ольга Константиновна – магистрант 2 курса направления 35.04.02 – Технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск, Российская Федерация; e-mail: olga.puzireva2015@yandex.ru.

Керющенко Александра Анатольевна – магистрант 2 курса направления 35.04.02 – Технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск, Российская Федерация; e-mail: aleksa_ice@mail.ru.

Information about authors

Rubinsky Anastasia Vladislavovna – Associate Professor of Technology of logging and wood processing industries Lesosibirsk branch of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Siberian State Aerospace University», Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: rubinav1@mail.ru

MokhiredAleksandrPetrovich – Associate Professor of Technology of logging and wood processing industries Lesosibirsk branch of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Siberian State Aerospace University», Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: ale-mokhired@yandex.ru.

Puzireva Olga Konstantinovna – 2 undergraduate course training course 35.04.02 Technology of logging and wood processing industries Lesosibirsk branch of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Siberian State Aerospace University», Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: olga.puzireva2015@yandex.ru.

Keryuschenko Aleksandra Anatolevna – 2 undergraduate course training course 35.04.02 Technology of logging and wood processing industries Lesosibirsk branch of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Siberian State Aerospace University», Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: aleksa_ice@mail.ru.