

УДК 630*46

UDC 630*46

05.00.00 Технические науки

Technical science

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

TECHNOLOGICAL MEASURES TO REDUCE THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ENVIRONMENT WHEN USING FORESTRY PROCESS

Рубинская Анастасия Владиславовна
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 9727-0943
rubinav1@mail.ru

Rubinskaya Anastasiya Vladislavovna
Cand.Tech.Sci., associate Professor
SPIN-code: 9727-0943
rubinav1@mail.ru

Мохирев Александр Петрович
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 9036-6828
Сибирский государственный технологический университет Лесосибирский филиал, Россия, 662543, Красноярский край, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29, ale-mokhirev@yandex.ru

Mokhirev Aleksandr Petrovich
Cand.Tech.Sci., associate Professor
SPIN-code: 9036-6828
Siberian state technological University, Lesosibirsk branch, Russia, 662543, Krasnoyarsk, Lesosibirsk, Pobedy, 29, ale-mokhirev@yandex.ru

Городецкая Наталья Викторовна
инженер лесного отдела
ЗАО «Новоенисейский ЛХК», Россия, 662546, Красноярский край, г. Лесосибирск, ул. 40 лет Октября, 1 ignat7279@mail.ru

Gorodetskaya Natalia Viktorovna
forest engineer
JS "Novoyeniseiskiy Wood Chemical Complex", Russia, 662546, Lesosibirsk, 40 years of October, 1 ignat7279@mail.ru

Кузьмик Наталья Сергеевна
к. с.-х. н., научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, *ФГБУН Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, natalia_5791@mail.ru*

Kuzimik Natalia Sergeevna
Candidate of Sciences in Agriculture, Researcher of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, *V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Akademgorodok 50 Bldg.28 Krasnoyarsk 660036. natalia_5791@mail.ru*

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. Приводится комплексная оценка воздействия лесозаготовительного процесса на окружающую среду, и предлагаются мероприятия по снижению техногенной нагрузки на почву, водные объекты. Определено 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

This article speaks about the impact on the soil by the logging machines is the compaction, deformation, mineralization of the soil, changing its structure, biological, water-physical and chemical properties. The negative impact of machinery on soils depends on the construction and systems of machines, technologies of timber harvesting, climate, forest, and other factors. This work considers a comprehensive assessment of the impact of the process of logging on the environment and proposes measures to reduce the anthropogenic impact on soil, water bodies. We have determined the annual volume of emissions to the atmosphere from combustion engines of logging equipment, characteristics of gross emissions of pollutants into the atmosphere after cleaning of the neutralizer gas; we have also determined the amount of pollutants by vehicles in the transportation of wood total in the process of clear cutting

Ключевые слова: ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС, ЛЕСНЫЕ ПОЧВОГРУНТЫ, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПОЧВЫ, РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Keywords: PROCESS OF LOGGING, FOREST SOILS, MINERALIZATION OF SOIL, CALCULATION OF POLLUTANT EMISSIONS

В процессе заготовки древесины современными системами лесозаготовительных машин происходит воздействие на лесные почвы.

Взаимодействие лесных машин с почвогрунтами рассматривается через понятия "экологическая совместимость" либо (и) "биологическая проходимость".

Экологическая совместимость лесозаготовительных машин и лесных почв рассматривается как совокупность параметров машин, технологии и почв, обеспечивающих состояние последних после рубки, благоприятное для воспроизводства леса в соответствии со способом лесовозобновления [1]. Под биологической проходимостью понимаются вызываемые машинами нагрузки и напряжения, при которых еще не возникают нарушения, препятствующие или снижающие биологическую активность почвы [2].

В работе авторов [3, 4] подробно рассмотрен процесс воздействия лесозаготовительных машин на почвенный покров. Воздействие на почвогрунты лесозаготовительной техникой 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.

При оценке степени воздействия лесозаготовок на лесные почвогрунты представляют интерес управляемые факторы, то есть машина или система машин и технология заготовки древесины. Установлено, что при использовании техники с различными типами ходовой части (гусеничный или колесный) возникают различные изменения в лесной

почве, поэтому существует необходимость создания лесозаготовительных машин с менее опасными последствиями воздействия для лесных почв. К таковым следует относить такие виды лесозаготовительных машин, которые наносят минимальное, не превышающее допустимое, повреждение лесным почвам. Допустимая величина повреждений лесной подстилки определяется требованиями ее быстрой регенерации после воздействия на нее системы лесозаготовительных машин.

В летнее время при использовании валочно-трелевочных машин минерализация (сдирание напочвенного покрова) лесосеки достигает 70 %, в зимнее - 40 %. Сохранение подроста не более 500 шт/га при высоте до 0,5 м. Трелевочные волокна могут провоцировать развитие эрозии, поскольку обычно направлены вниз по склону.

Уничтожение подроста, подлеска и живого напочвенного покрова происходит при работе лесозаготовительных машин на 30 % площади лесосеки. Под действием массы трелевочных тракторов нарушаются водно-физические свойства почвы, происходит усиление поверхностного стока, приводящего к эрозии почв.

Изменение водного режима почв происходит также при механизированной трелевке древесины по причине изменения плотности верхних горизонтов почвы, уменьшения влажности, воздухо- и водопроницаемости. Эрозийные процессы наиболее заметны и существенны на свежих вырубках с процентом минерализованности поверхности более 50.

В зеленомошных группах типов леса препятствием развитию эрозийных процессов является мощная и влагоемкая моховая подстилка, которая сдирается не сразу и в результате перемешивания с верхними почвенными горизонтами образует органоминеральный горизонт, защищающий почву от эрозии [5, 6].

Основными видами воздействия на атмосферный воздух при проведении лесозаготовительных работ являются:

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, образующихся при сгорании топлива в двигателях лесозаготовительной и лесовозной техники;
- выбросы паров нефтепродуктов в атмосферу из резервуаров и проливы нефтепродуктов при хранении ГСМ и во время заправки техники.

Для комплексной оценки воздействия техногенной нагрузки на окружающую среду при лесозаготовительном процессе, было определено годовое количество выбросов в атмосферу от сжигания топлива двигателями лесозаготовительной техники, согласно методикам [7, 8, 9], представленное в таблице 1.

Таблица 1 - Годовое количество выбросов в атмосферу от сжигания топлива двигателями лесозаготовительной техники

Наименование загрязняющего вещества	Карбюраторные			Дизельные			Сумма т/год
	g	В	выброс т/год	g	В	выброс т/год	
Оксид углерода	0,6	1,56	0,936	0,025	102,16	2,554	3,49
Углеводороды	0,1	1,56	0,156	0,012	102,16	1,22592	1,38192
Оксид азота	0,03	1,56	0,0468	0,0004	102,16	0,040864	0,087664
Сажа	0,00058	1,56	0,0009048	0,005	102,16	0,5108	0,5117048
Сернистый ангидрид	0,002	1,56	0,00312	0,002	102,16	0,20432	0,20744
Свинец	0,0003	1,56	0,000468	0	102,16	0	0,000468
Бенз(а)пирен	2,3	1,56	$3,59 \times 10^{-7}$	0,00245	102,16	$0,25 \times 10^{-7}$	$3,84 \times 10^{-7}$

Коэффициент выброса в атмосферу загрязняющих веществ дизельными двигателями лесозаготовительной техники, принят на основании ГОСТ 21393-75 [10].

Для снижения выброса в атмосферу загрязняющих веществ предлагается использование во всех дизельных двигателях лесозаготовительной техники газонейтрализаторов типа БКД-243, характеризующихся устойчивой эффективностью очистки выхлопов дизельных двигателей на уровне: СО – 50 %; углеводороды – 50 %; сажа – 40 %, окислы азота – 40 %; диоксид серы – 40 %, позволяет значительно

снизить выброс вредных веществ в атмосферу. Улавливающая способность газонейтрализатора (на основании технической характеристики) составляет: СО – 94 %, углеводороды – 100 %, сажа – 100 %, окислы азота – 10 %, диоксид серы – 100 %.

Для сравнения было определено количество валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу после очистки газонейтрализаторами, которое приведено в таблице 2.

Таблица 2 - 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
Окись углерода	4	3,49	3,3504	50	1,6752	1,8148
Углеводороды	3	1,38192	1,38192	50	0,69096	0,69096
Окислы азота	2	0,087664	0,0087664	40	0,00351	0,08415744
Сернистый ангидрид	3	0,20744	-	0	-	0,20744
Сажа	3	0,511704	0,5117048	40	0,20468	0,30702288
Бенз(а)пирен	1	$3,84 \times 10^{-7}$	-	0	-	$3,84 \times 10^{-7}$

В качестве исходных данных для расчета выбросов загрязняющих веществ автотранспортом были приняты показатели ЗАО «Новоенисейский ЛХК» на примере Мотыгинского лесозаготовительного участка [11].

Расчет выбросов загрязняющих веществ автомобилями при транспортировке древесины показан в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет выбросов загрязняющих веществ автомобилями при транспортировке древесины

Наименование ЗВ	Код	Расход дизельного топлива, т	Удельные выбросы загрязняющих веществ дизельными двигателями автотранспорта, т/т	Кол-во загрязняющих веществ, т/год
Окись углерода	0337	88,6	0,1	8,86
Углеводороды	2732		0,03	2,66
Двуокись азота	0301		0,04	3,54
Сажа	0328		0,0155	1,37
Диоксид серы	0330		0,02	1,77
Бенз(а)пирен	0703		0,00000032	0,00002835

Общее количество выбросов загрязняющих веществ при проведении заготовки древесины показано в таблице 4.

Таблица 4 – Общее количество выбросов загрязняющих веществ в процессе проведения сплошных рубок, т/год

Наименование вещества	Лесозаготовительная техника	Автотранспорт	Выбросы из резервуаров	Всего
Окись углерода	1,815	8,860	0	10,675
Углеводороды	0,691	2,658	0	3,349
Окислы азота	0,084	3,544	0	3,628
Диоксид серы	0,207	1,772	0	1,979
Сажа	0,307	1,373	0	1,680
Бенз(а)пирен	$3,84 \times 10^{-7}$	$2,84 \times 10^{-7}$	0	$6,67 \times 10^{-7}$
Предельные	0	0	0,002464	0,002464
Ароматические	0	0	0,0000037	0,0000037
Сероводород	0	0	0,00000693	0,00000693

В период заготовки древесины передвижные источники загрязнения атмосферы носят неорганизованный характер и не имеют постоянной привязки на местности. Учитывая, что все эти источники выхода загрязняющих веществ (выхлопные трубы) расположены низко (до 1 м), предполагается, что максимальные приземные концентрации будут наблюдаться в непосредственной близости от работающей техники.

Особенностью заготовки леса является рассредоточенность выбросов на больших площадях. Уровень загрязнения атмосферы в таких условиях и при таком количестве техники позволяет утверждать, что выбросы, с учетом рассеивания, не должны создавать приземную

концентрацию загрязняющих веществ, превышающую ПДК максимально разовую [12].

В целях уменьшения выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников необходимо осуществлять контроль и своевременную регулировку двигателей автомобилей и другой техники. Заправка лесозаготовительной техники топливом должна производиться с передвижных заправочных станций. Контроль за расходом топлива, соблюдением номенклатуры топлива и масел, сбор и вывоз отработанных масел также будут способствовать снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На выхлопных трубах лесозаготовительной техники необходимо установить каталитические нейтрализаторы для снижения количества выделяемых вредных веществ.

При соблюдении действующих нормативов и тщательном контроле загрязнение воздуха будет незначительным и не превысит нормы предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для данного района работ.

В результате разливов при хранении ГСМ, заправки, подтекания гидравлических систем и неплотного соединения агрегатов при работе техники происходит загрязнение почвы ГСМ. Малые концентрации углеводородов в почве быстро разлагаются бактериями и не являются опасными, однако при попадании в водотоки, нарушают физические свойства воды. Площади, находящиеся под постоянным воздействием разливов ГСМ не образуют дернового горизонта в течение более пяти лет.

Пожары на многолетних вырубках способствуют развитию эрозии, увеличивая минерализованную поверхность в результате уничтожения живого напочвенного покрова, который на таких вырубках восстанавливается практически полностью с образованием дернового горизонта, препятствующего размыву почвы.

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) [13];

- строго соблюдаться установленные сроки лесосечных работ;

- на склоновых лесосеках волока должны размещаться поперек склона;

- во влажных условиях местопроизрастания трелевка древесины в весенний, летний, осенний периоды допускается только по волокам, 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 составлять 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.

Для уменьшения ущерба от изъятия земель при прокладке дорог при прочих равных условиях необходимо выбирать варианты, при которых трасса проходит по малоценным землям. При проектировании дорог рекомендуется прокладывать трассу дороги вдоль уже имеющихся в лесном массиве объектов, таких как высоковольтные линии, газо- и нефтепроводы, железные дороги, противопожарные разрывы.

Во избежание загрязнения почвы на лесных объектах (верхние склады, лесосеки, временные склады и пункты заправки ГСМ, места стоянки техники и др.) заправка техники должна осуществляться при помощи топливозаправщиков или из емкостей, имеющих насос. Должны быть оборудованы временные места хранения готового к применению и использованию абсорбента (сухих опилок, торфа и других природных и искусственных материалов с высокой долей поглощения жидких веществ). Места хранения абсорбента должны быть оборудованы таким образом, чтобы его было возможно быстро переместить к новому месту работы техники и минимизировать попадание в него влаги. Все емкости для заправки техники в лесу должны быть оборудованы запорными кранами и поддонами, предотвращающими попадание ГСМ в почву.

Производственные отходы – металлолом, автопокрышки и др., бытовой мусор должны временно складироваться в специально оборудованных местах и после окончания работ должны быть вывезены для утилизации экологически безопасными способами. Не допускается устройство свалок в лесу и захламливание территории промышленными и бытовыми отходами.

Согласно анализу особенностей восстановления лесов в Красноярском крае [14, 15], предлагается комплекс мероприятий по воспроизводству лесов, путем лесовосстановления и ухода за лесами:

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

- минерализация поверхности почвы;

- создание лесных культур.

Выбор способа лесовосстановления зависит от способа разработки лесосек и наличия жизнеспособного подроста до рубки [16]. Лесовосстановительные мероприятия планируются на стадии отвода лесосеки, исходя из лесорастительных условий участка (почвы, тип леса, наличия подроста) [17], оставляемых обсеменителей (семенные группы, куртины, наличие стен леса).

При проведении сплошных рубок спелых, перестойных лесных насаждений обеспечивается сохранение молодняка и подроста лесных насаждений хозяйственно-ценных пород на площадях, не занятых погрузочными пунктами, трассами магистральных и пасечных волоков, дорогами, производственными и бытовыми площадками, в количестве не менее 70 %.

Минерализация почвы в целях содействия естественному возобновлению должна проводиться на территории, составляющей не менее 20 % от общей площади лесосеки.

На вырубках и горях с отсутствием подроста должно предусматриваться создание лесных культур, за исключением сырых и мокрых местообитаний, которые не зависимо от наличия подроста оставляются на естественное лесозаращивание.

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.

Список литературы

- 1 Красная книга Красноярского края: Растения и грибы // Степанов Н.В., Антипова Е.М., Васильев А.Н. и др. Красноярск: Изд-во «Поликом», 2005. – 368 с.
- 2 Федоренчик А.С., Турлай И.В. Харвестеры. Учеб. пособие для студентов вузов. – Мн.: БГТУ, 2002. – 172 с.
- 3 Мохирев А.П., Керющенко А.А. Воздействие лесозаготовительных машин на почвенный покров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2015. т. 3. № 2-1 (13-1). с. 258-262.
- 4 Котиков В.М. Воздействие лесозаготовительных машин на лесные почвы: Автореф. дис... докт. техн. наук. 05.21.01. – М., 1995. – 37 с.
- 5 Соколов В.А., Фарбер С.К. Возобновление в лесах Восточной Сибири // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 219 с.
- 6 Соколов В.А., Фарбер С.К. Организация лесопользования в Нижнем Приангарье // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 217 с.
- 7 Методика определения массы выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух, Москва, 1993. - 56 с.
- 8 Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров, Москва, 1997. – 78 с.
- 9 Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами, Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 234 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”.
- 11 Программа социально-экономического развития Мотыгинского района Красноярского края на 2011-2020 годы / Муниципальный район Мотыгинский официальный сайт: <http://motadm.ru/in/md/econ>
- 12 Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. М., Госкомприрода, 1991г. – 158 с.
- 13 Мохирев П. Ф., Мохирев А. П. Исследование специфики лесозаготовок в Красноярском крае // Resources and Technology. 2015. № 12. С. 98–108.
- 14 Векшин В.Н., Бельков В.В., Овчинников Ф.М. и др. Анализ особенностей восстановления лесов в Красноярском крае // Эколого-экономические проблемы Восточно-Сибирского региона. Сб. научно-техн.статей. Вып.1. / РАЕН, ВСО МЭЭСИ. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. – С. 16-27.
- 15 Горяева Е.В. Оптимизация лесопользования и лесовосстановление на вырубках в условиях Нижнего Приангарья: дис. ... канд. с.-хоз наук. 06.03.02, 06.03.03. - / Красноярск, 2007. – 210 с.
- 16 Горяева Е.В., Аксёнов Н.В. Влияние технологии лесозаготовительных работ на возобновление вырубок // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2010. № 27. С. 10-13.
- 17 Горяева Е.В., Мохирев А.П. Влияние типа леса на естественное лесовосстановление после сплошнолесосечных рубок // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 3. С. 131-134.

References

- 1 Krasnaja kniga Krasnojarskogo kraja: Rastenija i griby // Stepanov N.V., Antipova E.M., Vasil'ev A.N. i dr. Krasnojarsk: Izd-vo «Polikom», 2005. – 368 s.
- 2 Fedorenchik A.S., Turlaj I.V. Harvestery. Ucheb. posobie dlja studentov vuzov. – Mn.: BGTU, 2002. – 172 s.
- 3 Mokhirev A.P., Kerjushhenko A.A. Vozdejstvie lesozagotovitel'nyh mashin na pochvennyj pokrov // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika, 2015. t. 3. № 2-1 (13-1). s. 258-262.
- 4 Kotikov V.M. Vozdejstvie lesozagotovitel'nyh mashin na lesnye pochvy: Avto-ref. dis... dokt. tehn. nauk. 05.21.01. – M., 1995. – 37 s.
- 5 Sokolov V.A., Farber S.K. Vozobnovlenie v lesah Vostochnoj Sibiri // Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2006. – 219 s.
- 6 Sokolov V.A., Farber S.K. Organizacija lesopol'zovanija v Nizhnem Priangar'e // Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1999. – 217 s.
- 7 Metodika opredelenija massy vybrosov zagrjaznjajushchih veshhestv avtotransportnymi sredstvami v atmosferyj vozduh, Moskva, 1993.
- 8 Metodicheskie ukazanija po opredeleniju vybrosov zagrjaznjajushchih veshhestv v atmosferu iz rezervuarov, Moskva, 1997.
- 9 Sbornik metodik po raschetu vybrosov v atmosferu zagrjaznjajushchih veshhestv razlichnymi proizvodstvami, L.: Gidrometeoizdat, 1988.
- 10 GOST 21393-75. “Avtomobili s dizeljami. Dymnost' otrabotavshih gazov. Normy i metody izmerenij” i GOST 17.2.2.01-84 “Dizeli avtomobil'nye. Dymnost' otrabotavshih gazov. Normy i metody izmerenij”
- 11 Programma social'no-jekonomicheskogo razvitija Motyginskogo rajona Krasnojarskogo kraja na 2011-2020 gody / Municipal'nyj rajon Motyginskij oficial'nyj sajt: <http://motadm.ru/in/md/econ>
- 12 Perechen' i kody veshhestv, zagrjaznjajushchih atmosferyj vozduh. M., Goskompriroda, 1991g.
- 13 Mokhirev P. F., Mokhirev A. P. Issledovanie specifiky lesozagotovok v Krasnojarskom krae // Resources and Technology. 2015. № 12. S. 98–108.
- 14 Vekshin V.N., Bel'kov V.V., Ovchinnikov F.M. i dr. Analiz osobennostej vosstanovlenija lesov v Krasnojarskom krae // Jekologo-jekonomicheskie problemy Vostochno-Sibirskogo regiona. Sb. nauchno-tehn.statej. Vyp.1. / RAEN, VSO MJeJeSI. – Krasnojarsk: IPC KGTU, 2001. – S. 16-27.
- 15 Gorjaeva E.V. Optimizacija lesopol'zovanija i lesovosstanovlenie na vyrubkah v uslovijah Nizhnego Priangar'ja: dis. ... kand. s.-hoz nauk. 06.03.02, 06.03.03. - / Krasnojarsk, 2007. – 210 s.
- 16 Gorjaeva E.V., Aksjonov N.V. Vlijanie tehnologii lesozagotovitel'nyh rabot na vozobnovlenie vyrubok // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. 2010. № 27. S. 10-13.
- 17 Gorjaeva E.V., Mokhirev A.P. Vlijanie tipa lesa na estestvennoe lesovosstanovlenie posle sploshnolesosechnyh rubok // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 3. S. 131-134.