

УДК 504.05

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК

© С.М. Говорушко, д-р геогр. наук, гл. науч. сотр.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, ул. Радио, д. 7, г. Владивосток, Россия, 690041; Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, д. 8, г. Владивосток, Россия, 690950  
E-mail: sgovor@tig.dvo.ru

Рубки леса имеют очень широкое распространение. Для них, как и для любого другого вида хозяйственной деятельности, характерны негативные экологические последствия. Цель статьи – выявление характера влияния лесозаготовок на природные компоненты. Задачи данной статьи – определение категории влияния лесохозяйственной деятельности на окружающую среду, выявление наиболее подверженных ее воздействию природных компонентов, выделение основных причин гибели людей при ее осуществлении.

Все влияние лесоразработки на окружающую среду можно разделить на три категории: 1) изъятие из природы вещества; 2) привнесение в природу чужеродных веществ и энергии; 3) преобразование и перераспределение вещества в природе.

Влияние лесоразработки сказывается на следующих компонентах природы: растительность; почвы; животный мир; поверхностные воды; атмосферный воздух.

Влияние на растительность в основном определяется сохранностью подроста. При транспортировке на каждое срубленное дерево приходится два погибших или серьезно поврежденных. Сплошные лесосечные рубки сильнее нарушают разнообразие растительности, чем постепенные и выборочные рубки. Зимние рубки значительно более безопасны, чем лесозаготовки в теплое время года.

Воздействие на почвы выражается в снижении плодородия, увеличении почвенной эрозии, изменении физических свойств.

Снижение плодородия почвы объясняется тем, что основная масса биогенных веществ, находящихся в деревьях, при вырубке удаляется. После вырубке лесов почвы подвергаются воздействию прямых солнечных лучей и сильных дождей. В почвах влажных тропиков отмечается дефицит фосфора и калия, в сухих тропиках – азота. Изменяются также соотношение углерод – азот, рН и концентрация способных к обмену оснований.

Эрозия почв провоцируется нарушением почвенно-растительного слоя при трелевке леса. Интенсивность смыва в первые два года после вырубке на склонах крутизной 10...20° достигает сотен кубометров с 1 га. Основные потери почв наблюдаются в первые 5...6 лет.

Главными нарушениями физических свойств почв являются изменение их плотности, пористости, коэффициента фильтрации.

Влияние на животный мир обусловлено сложностью связей в экосистемах, когда даже небольшие изменения могут привести к непредвиденным последствиям. Также в период лесозаготовок увеличиваются охота и рыболовство, в том числе браконьерскими способами.

Влияние на поверхностные воды выражается в увеличении высоты паводков на реках и усилении маловодья в межень. Воздействие на атмосферу вызвано загрязнением воздуха от работающей техники.

Гибель людей обусловлена следующими основными причинами: несчастными случаями; отравлениями ядохимикатами, применяемыми для борьбы с вредителями.

*Ключевые слова:* лесоразработки, лес, древесина, земной шар, природные компоненты, человеческая смертность.

**Некоторые данные о лесах земного шара.** Как известно, лес – это природный комплекс с преобладанием деревьев. Несмотря на кажущуюся простоту определения площади лесов, все современные оценки достаточно приблизительны, чему имеются следующие причины [2]: 1) несовершенство методов инвентаризации; 2) политические и экономические мотивы искажения данных национальными правительствами; 3) различные классификационные схемы и несовпадающие границы распространения основных формаций; 4) отсутствие достаточных средств для проведения инвентаризационных работ.

Основной причиной, влияющей на разброс оценок, является различие в определении понятия «лес». В силу этого данные из различных источников существенно разнятся. В основном они попадают в диапазон от 34,0 до 50,6 млн км<sup>2</sup> [27]. По информации, приведенной в отчете Продовольственной и сельскохозяйственной ООН (FAO), леса мира имеют площадь 40,3 млн км<sup>2</sup> [29]. Оценки FAO исходят из определения, что к лесам относятся все экологические системы с сомкнутостью древесного покрова не менее 10 %.

В последние десятилетия происходило постоянное уменьшение площади лесов. Так, темпы обезлесения в 1980-х гг., тыс. га/год: Бангладеш – 8, Пакистан – 9, Индия – 147, Малайзия – 255, Таиланд – 379, Индонезия – 620, Аргентина – 1550, Бразилия – 2323. При этом соотношение площадей лесовосстановления и лесосведения составляло 1:100 и даже 1:1000, как в Бразилии и Индонезии [30]. В течение 1990–1995 гг. площадь лесов на Земле уменьшилась на 56,3 млн га [20], что соответствует скорости обезлесивания 17,8 га/мин. За время существования человека залесенность суши снизилась с 75 до 28 % [17].

В современный период скорость уничтожения лесов уменьшилась. В период 1991–2000 гг. они сокращались на 83 340 км<sup>2</sup>/год, в 2001–2010 гг. – на 52 116 км<sup>2</sup>/год [29]. Лесные ресурсы мира (запас древесины на корню) составляют около 340...370 млрд м<sup>3</sup>, площадь пригодных для эксплуатации лесов – 25...28 млн км<sup>2</sup> [3].

**Леса России.** На долю России по разным данным приходится от 18,8 до 23,5 % общемировой площади лесов, при этом на душу населения – 5,1 га, в том числе 4,5 га – ненарушенных [21]. Среднемировой показатель – 0,6 га/чел. [29]. Залесенность территории России составляет 49,4 % [24], при этом 80 % приходится на хвойные породы (лиственница – 38 %, сосна – 16 %, ель – 12 %, кедр – 6 %), 20 % – на лиственные (береза – 13 %, осина – 3 %). Общий запас древесины в лесах России составляет около 80 млрд м<sup>3</sup>, из него 81% приходится на хвойные породы [12]. Ежегодный прирост древесины равен 0,7...1,2 млрд м<sup>3</sup>/год [26]. Тем не менее по объемам заготовки древесины

наша страна занимает достаточно скромное место, лидерами по объемам лесозаготовок являются США, Канада, Бразилия и Китай [15].

**Использование древесины.** Лесозаготовки – изъятие древесины для хозяйственных нужд. В 1994 г. в мире было заготовлено 3,36 млрд м<sup>3</sup> древесины. Чуть больше половины ее объема пошло на топливо. Дрова для обогрева жилищ и приготовления пищи используют около 2,5 млрд чел. на земном шаре [5]. Другая часть (1,47 млрд м<sup>3</sup>) в виде круглого леса в основном использовалась для производства различной продукции: пиломатериалов (0,4 млрд м<sup>3</sup>), древесностружечных плит (0,18 млрд м<sup>3</sup>), целлюлозы для получения бумаги (270 млн т) [7].

**Влияние лесохозяйственной деятельности.** Влияние лесоразработки на окружающую среду можно разделить на три категории: 1) изъятие из природы вещества (вырубка и вывоз леса, ликвидация на ряде участков лесной подстилки и части почвы, в том числе за счет последующего смыва); 2) внесение в природу чужеродных веществ и энергии (ядохимикаты при борьбе с болезнями и вредителями, топливо и продукты его сгорания при трелевке и вывозе леса и т.д.); 3) преобразование и перераспределение вещества в природе (изменение лесных ландшафтов в результате рубок, расчистка захламленных насаждений и т.д.) [4].

Изъятие из природы вещества (стволы, ветки, листья) приводит к обеднению почв и снижению их продуктивности. В лесах России на ствольную древесину обычно приходится 65,0 % общей массы дерева, пни и корни – 13,0 %, кору – 9,0 %, сучья и ветви 8,5 %, листья и хвою – 4,5 %. В низких широтах доля ствольной древесины ниже. Например, во влажнотропических лесах Кот-д’Ивуара на стволы и крупные ветви приходится лишь 64 % биомассы [7].

Если убираются лишь стволы, а кора и ветки остаются на месте, то питательных веществ, освобождающихся при выветривании горных пород и привносимых из воздуха, вполне хватает, чтобы компенсировать их вынос. Если лиственно-веточный опад также изымается, применяют удобрения. Их внесение направлено на активизацию почвенных организмов, ускорение разложения лесной подстилки и гумуса, приостановку ускоренного закисления почв [10, 13].

**Влиянию лесоразработки** подвергаются следующие компоненты: растительность; почвы; животный мир; поверхностные воды; атмосферный воздух. Этот вид деятельности нередко приводит к человеческой смертности.

Влияние на растительность в основном определяется сохранностью подроста. В тропических лесах часто производится не сплошная, а выборочная рубка наиболее ценных деревьев. При их транспортировке на каждое срубленное дерево приходится два погибших или серьезно поврежденных [6]. В развитых странах ущерб гораздо меньше. Например, при лесозаготовках в юго-западной части Франции 30 % площади остается без изменений,

32 % покрыто порубочными остатками, 29 % изменено в незначительной степени и лишь 9 % имеют серьезные нарушения [23].

Считается, что сплошные лесосечные рубки сильнее нарушают разнообразие растительности (рис. 1) по сравнению с постепенными и выборочными рубками [19]. Признано, что зимние рубки значительно безопаснее, чем лесозаготовки в теплое время года [8, 22].

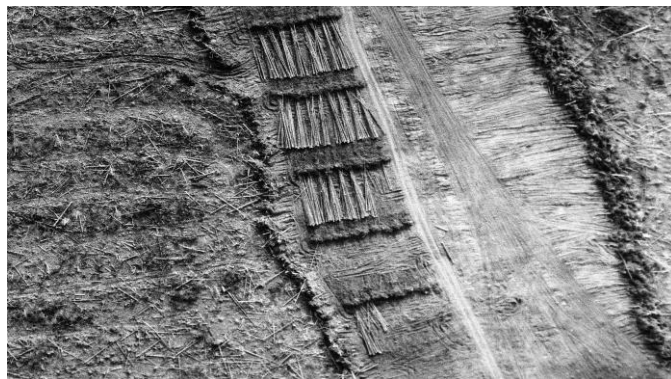


Рис. 1. Лесозаготовки вблизи пос. Светлая на севере Приморского края (в правой части фото – складированный лес, в левой – брошенная древесина). Фото И.С. Селезнева. 1990 г.

Воздействие на почву выражается в снижении плодородия, почвенной эрозии, изменении физических свойств.

Снижение плодородия почвы объясняется тем, что основная масса биогенных веществ находится в деревьях и при вырубке удаляется. После вырубке лесов почвы подвергаются воздействию прямых солнечных лучей и сильных дождей. В почвах влажных тропиков отмечается дефицит фосфора и калия, в сухих тропиках – азота. Изменяются соотношение углерод – азот, рН и концентрация способных к обмену оснований [11, 28].

Эрозия почв провоцируется нарушением почвенно-растительного слоя при трелевке леса (рис. 2). Интенсивность смыва в первые два года после вырубке на склонах крутизной 10...20° достигает сотен кубометров с 1 га. Основные потери почв наблюдаются в первые 5...6 лет [9].

Главными нарушениями физических свойств почв являются изменения их плотности, пористости, коэффициента фильтрации [14].

Исследования, проведенные в штате Вашингтон (США), показали, что уплотнение почвы при пробуксовывании машин снижает ее фильтрационные свойства на 92 %, микроскопические поры уменьшаются на 53 %, плотность увеличивается на 35 % [18].



Рис. 2. Эрозия почв в верховьях р. Максимовки (Приморский край), обусловленная трелевкой древесины. Фото А.М. Паничева. 2005 г.

Влияние на животный мир обусловлено сложностью связей в экосистемах, когда небольшие изменения могут привести к непредвиденным последствиям. Например, так называемые ключевые виды растений играют особую, иногда не совсем понятную роль в экосистемах. Вырубка таких деревьев нередко приводит к катастрофическим последствиям для фауны [6]. Также в период лесозаготовок увеличиваются охота и рыболовство, в том числе браконьерскими способами.

Влияние на поверхностные воды выражается в увеличении высоты паводков на реках и усилении маловодья в межень [4]. Воздействие на атмосферу вызвано загрязнением воздуха от работающей техники [16].

Гибель людей обусловлена следующими основными причинами: несчастные случаи; отравления ядохимикатами, применяемыми для борьбы с вредителями. Например, в лесной отрасли США (количество работников 86 тыс. чел.) в 2008 г. вследствие несчастных случаев погибло 93 чел. [25]. Почти все случаи отравления людей связаны с применением фосфорорганических инсектицидов [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берриман А. Защита леса от насекомых-вредителей. М.: Агропромиздат, 1990. 288 с.
2. Бочарников В.Н. Биоразнообразие: оценка и сохранение на базе ГИС-технологий. Владивосток: Дальнаука, 1998. 288 с.
3. Вавилова Е.В. Экономическая и социальная география мира. М.: Гардарики, 2003. 175 с.
4. Геоэкологические принципы проектирования природно-технических геосистем. М.: Ин-т географии АН СССР, 1987. 322 с.

5. *Говорушко С.М.* Энергия биомассы: направления использования и экологические проблемы // *Альтернативная энергетика и экология*. 2011. № 3. С. 48–51.
6. *Голубев Г.Н.* Геозкология. М.: Аспект-Пресс, 2006. 288 с.
7. *Горшков С.П.* Концептуальные основы геозкологии. М.: Желдориздат, 2001. 592 с.
8. *Ковалев А.П.* Эколого-лесоводственные основы рубки в лесах Дальнего Востока. Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2004. 267 с.
9. *Литвин Л.Ф.* География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: Академкнига, 2002. 255 с.
10. *Мельников Е.С., Беляева Н.В.* Динамика текущего прироста в сосновых и еловых древостоях после комплексного ухода за лесом // *Лесн. журн.* 2008. № 1. С. 56–64. (Изв. высш. учеб. заведений).
11. *Мирзаханова З.Г., Нарбут Н.А.* Экологические функции ландшафтов // *Вестн. КрасГАУ*. 2008. № 4. С. 119–122.
12. *Набатов Н.М.* Лесоводство. М.: Изд-во МГУЛ, 1997. 188 с.
13. *Окружающая среда: энциклопед. словарь-справ.* М.: Прогресс, 1999. Т. 2. 304 с.
14. *Росновский И.Н.* Оценка воздействия лесозаготовительной техники на почвы лесных экосистем // *Экологическая экспертиза*. 1999. № 6. С. 2–29.
15. *Россия и страны мира*. М.: Росстат, 2008. 361 с.
16. *Семенов А.М.* Влияние трелевочных систем на состояние окружающей среды // *Состояние и проблемы непрерывного экологического образования и охраны окружающей среды*. Архангельск: Изд-во ПГУ, 2001. С. 158–159.
17. *Семенова-Тян-Шанская А.М.* Мир растений и люди. Л.: Наука, 1986. 174 с.
18. *Спурр С.Г., Барнес Б.В.* Лесная экология. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 477 с.
19. *Татаринов К.П.* Экология и сплошнолесосечные рубки // *Экологические основы рационального лесопользования в Среднем Поволжье*. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2002. С. 83–85.
20. *Тепляков В.К.* Глобальная роль лесов и лесное хозяйство России: краткий очерк // *Стандарты и качество*. 1998. № 5. С. 15–20.
21. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (Аналитический обзор) / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, В.И. Сухих, С.П. Титов, А.И. Уткин, А.А. Голуб, Д.Г. Замолотчиков, А.А. Пряжников. М.: Центр экологической политики России, 1995. 155 с.
22. *Bock M.D., Van Rees K.C.J.* Forest harvesting impacts on soil properties and vegetation communities in the Northwest Territories // *Canadian Journal of Forest Research*. 2002. Vol. 32, is. 4. P. 713–724.
23. *Deconchat M.* Effects of logging techniques on the soil surface // *Annals of Forest Science*. 2001. Vol. 56, is. 6. P. 653–661.
24. <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS>
25. <http://en.wikipedia.org/wiki/Logging>
26. [http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forestdrom/russian/foreword\\_ru.htm](http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forestdrom/russian/foreword_ru.htm)
27. [http://www.treeland.ru/article/garden/oaky/leca\\_mira.htm](http://www.treeland.ru/article/garden/oaky/leca_mira.htm)
28. *Schmidt M.G., Macdonald S.E., Rothwell R.L.* Impacts of harvesting and mechanical site preparation on soil properties of mixed-wood boreal forest sites in Alberta // *Canadian Journal of Soil Science*. 1996. Vol. 76, is. 4. P. 531–540.
29. *State of the World's Forests*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. 164 pp.
30. *World Resources*. 1990–1991. N.Y., Oxford: Basic Book Inc. 1990. Vol. XII. 383 p.

Поступила 24.04.11

## Environmental Consequences of Logging

*S.M. Govorushko, Doctor of Geography, Principal Researcher*

Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Radio, 7, Vladivostok, Russia, 690041;  
Far Eastern Federal University, Suhanova, 8, 690650, Vladivostok, Russia  
E-mail: sgovor@tig.dvo.ru

Logging is a very widespread practice which, like any other type of economic activity, has a negative impact on the environment. The article aimed to reveal the nature of these effects. The objectives of this paper were to determine the impact categories of this activity, identify natural components particularly susceptible to its impact and determine the main causes of human mortality during logging.

The impacts of logging on the environment can be classified in three categories: (1) taking matter out of nature; (2) introduction of alien matter and energy; and (3) transformation and redistribution of matter in the nature.

Logging affects the following natural components: vegetation; soils; fauna; surface waters; and atmospheric air. Moreover, it is not uncommon for this activity to cause human death.

The impact on vegetation is mainly defined by undergrowth preservation. Transportation of one tree causes death or serious damage of two trees. Clear cutting is more disturbing to vegetation diversity than gradual or selective cutting. Logging is much safer in winter than during the frost-free season.

The impacts on soils are as follows: fertility decline; soil erosion; and change in physical qualities. Fertility decline is explained by the fact that most of the biogenic matter is stored in trees and disappears when the trees are cut. After logging, the soils are exposed to direct sun and heavy rains. The soils of humid tropics experience a deficit of phosphorus and potassium, while dry tropics lack nitrogen. In addition, the carbon–nitrogen balance, pH, and concentration of exchangeable bases undergo changes.

Soil erosion is provoked by topsoil disturbance during skidding. During the first two years after logging, washout intensity reaches hundreds of cubic metres per hectare on slopes of 10–20°. Main losses of soils occur within the first 5–6 years.

Physical qualities of soil are mainly affected by changes in its density, porosity, and filtration factor.

Impacts on animals are determined by the complexity of ecosystem connections, when minor changes can lead to unpredictable results. For instance, so-called keystone species play unique, sometimes unclear, roles in ecosystems. Logging of such species can lead to catastrophic consequences for the fauna. Furthermore, we can observe intensified hunting and fishing, including poaching, in the areas where logging is taking place.

Surface waters are affected through increase in seasonal flood levels of rivers and lack of water during other seasons. The atmosphere is polluted by the exhaust of working machinery.

Human deaths are connected with accidents, and intoxication caused by chemicals used for pest control. Almost all the cases of poisoning are connected with organophosphate insecticides.

*Keywords:* logging, forest, wood, globe, natural components, human mortality.

REFERENCES

1. Berriman A. *Zashchita lesa ot nasekomykh-vrediteley* [Protecting Forests from Insect Pests]. Moscow, 1990. 288 p.
2. Bocharnikov V.N. *Bioraznoobrazie: otsenka i sokhranenie na baze GIS-tekhnologiy* [Biodiversity: An Assessment and GIS-Based Conservation]. Vladivostok, 1998. 288 p.
3. Vavilova E.V. *Ekonomicheskaya i sotsial'naya geografiya mira* [Economic and Social Geography of the World]. Moscow, 2003. 175 p.
4. *Geoekologicheskie printsipy proektirovaniya prirodnotekhnicheskikh geosistem* [Geo-Ecological Design Principles for Natural and Engineering Geosystems]. Moscow, 1987. 322 p.
5. Govorushko S.M. *Energiya biomassy: napravleniya ispol'zovaniya i ekologicheskie problemy* [Biomass Energy: Directions of Use and Environmental Issues]. *Al'ternativnaya energetika i ekologiya*, 2011, no. 3, pp. 48–51.
6. Golubev G.N. *Geoekologiya* [Geo-Ecology]. Moscow, 2006. 288 p.
7. Gorshkov S.P. *Kontseptual'nye osnovy geoekologii* [Conceptual Framework of Geo-Ecology]. Moscow, 2001. 592 p.
8. Kovalev A.P. *Ekologo-lesovodstvennye osnovy rubki v lesakh Dal'nego Vostoka* [Ecological and Silvicultural Foundations of Felling in the Forests of the Far East]. Khabarovsk, 2004. 267 p.
9. Litvin L.F. *Geografiya erozii pochv sel'skokhozyaystvennykh zemel' Rossii* [Geography of Farmland Erosion in Russia]. Moscow, 2002. 255 p.
10. Mel'nikov E.S., Belyaeva N.V. *Dinamika tekushchego prirosta v sosnovykh i elovykh drevostoyakh posle kompleksnogo ukhoda za lesom* [Dynamics of Current Increment in Pine and Spruce Stands after Complex Tending of Forest]. *Lesnoy zhurnal*, 2008, no. 1, pp. 56–64.
11. Mirzekhanova Z.G., Narbut N.A. *Ekologicheskie funktsii landshaftov* [Ecological Functions of Landscapes]. *Vestnik KrasGAU*, 2008, no. 4, pp. 119–122.
12. Nabatov N.M. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow, 1997. 188 p.
13. *Okruzhayushchaya sreda. Entsikloped. slovar'-sprav.* [Environment. Encyclopedic Dictionary]. Moscow, 1999. Vol. 2. 304 p.
14. Rosnovskiy I.N. *Otsenka vozdeystviya lesozagotovitel'noy tekhniki na pochvy lesnykh ekosistem* [Assessing the Impact of Logging Equipment on Soils of Forest Ecosystems]. *Ekologicheskaya ekspertiza*, 1999, no. 6, pp. 2–29.
15. *Rossiya i strany mira* [Russia and the Rest of the World]. Moscow, 2008. 361 p.
16. Semenov A.M. *Vliyanie trelevochnykh sistem na sostoyanie okruzhayushchey sredy* [Effect of Skidders on the Environment]. *Sostoyanie i problemy nepreryvnogo ekologicheskogo obrazovaniya i okhrany okruzhayushchey sredy* [The State and Problems of Continuous Environmental Education and Environmental Protection]. Arkhangelsk, 2001, pp. 158–159.
17. Semenova-Tyan-Shanskaya A.M. *Mir rasteniy i lyudi* [The Vegetable Kingdom and People]. Leningrad, 1986. 174 p.
18. Spurr S.G., Barnes B.V. *Lesnaya ekologiya* [Forest Ecology]. Moscow, 1984. 477 p.
19. Tatarinov K.P. *Ekologiya i sploshnolesosechnye rubki* [Environment and Clear-Cutting]. *Ekologicheskie osnovy ratsional'nogo lesopol'zovaniya v Srednem Povolzh'e*



[Ecological Basis for Sustainable Forest Management in the Middle Volga Region]. Yoshkar-Ola, 2002, pp. 83–85.

20. Teplyakov V.K. Global'naya rol' lesov i lesnoe khozyaystvo Rossii: kratkiy ocherk [The Global Role of Forests and Forestry in Russia: A Brief Outline]. *Standarty i kachestvo*, 1998, no. 5, pp. 15–20.

21. Isaev A.S., Korovin G.N., Sukhikh V.I., Titov S.P., Utkin A.S., Golub A.A., Zamolodchikov D.G., Pryazhnikov A.A. *Ekologicheskie problemy pogloshcheniya uglekislogo gaza posredstvom lesovosstanovleniya i lesorazvedeniya v Rossii (Analiticheskiy obzor)* [Ecological Problems of Carbon Dioxide Absorption by Means of Reforestation and Afforestation in Russia (Analytical Review)]. Moscow, 1995. 155 p.

22. Bock M.D., Van Rees K.C.J. Forest Harvesting Impacts on Soil Properties and Vegetation Communities in the Northwest Territories. *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, vol. 32, iss. 4, pp. 713–724.

23. Deonchat M. Effects of Logging Techniques on the Soil Surface. *Annals of Forest Science*, 2001, vol. 56, iss. 6, pp. 653–661.

24. <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS>

25. <http://en.wikipedia.org/wiki/Logging>

26. [http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forestdrom/russian/foreword\\_ru.htm](http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forestdrom/russian/foreword_ru.htm)

27. [http://www.treeland.ru/article/garden/oaky/leca\\_mira.htm](http://www.treeland.ru/article/garden/oaky/leca_mira.htm)

28. Schmidt M.G., Macdonald S.E., Rothwell R.L. Impacts of Harvesting and Mechanical Site Preparation on Soil Properties of Mixed-Wood Boreal Forest Sites in Alberta. *Canadian Journal of Soil Science*, 1996, vol. 76, iss. 4, pp. 531–540.

29. *State of the World's Forests*. Rome, 2011. 164 p.

30. *World Resources. 1990–1991*. New York, Oxford. 1990, vol. XII. 383 p.

---