

10. <https://www.fedstat.ru/indicators/>
 11. <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?t=19002>
 12. <http://www.nrcan.gc.ca/forests/report/area/17601>
 13. Information systems in support of wildland fire management decision making in Canada / B.S. Lee, M.E. Alexander, B.C. Hawkes, T.J. Lynham, B.J. Stocks, P. Englefield // Computers and Electronics in Agriculture. 2003. Vol. 37. Issue 1–3. P. 185–198.
 14. Integrating forest fuels and land cover data for improved estimation of fuel consumption and carbon emissions from boreal fires / K. Anderson, B. Simpson, R.J. Hall, P. Englefield, M. Gartrell, J.M. Metsaranta // International Journal of Wildland Fire. 2015. Vol. 24. Issue 5. P. 665–679.
 15. Campbell Mass data processing of time series Landsat imagery: pixels to data products for forest monitoring / Txomin Hermosilla, Michael A. Wulder, Joanne C. White, Nicholas C. Coops, Geordie W. Hobart & Lorraine B. // International Journal of Digital Earth. 2016. Vol. 9. Issue 11. P. 1035–1054.
-

УДК 630*839:631.571/.574

РЕСУРСЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Б.Е. МЕНЬШИКОВ – кандидат технических наук, доцент, профессор,
e-mail: menshikov-boris@rambler.ru*

Е.В. КУРДЫШЕВА – кандидат технических наук, доцент,
e-mail: lenusya30@yandex.ru*

* кафедра технологии и оборудования лесопромышленного производства
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: +7 (343) 262-96-35

Ключевые слова: *древесное топливо, производство тепловой энергии, дрова, древесные отходы.*

В работе приведены сведения о свойствах древесного топлива, об основных его теплотехнических характеристиках различных пород и влажности, его ресурсах на лесозаготовительных предприятиях и объемах, необходимых для сушки пиломатериалов и других нужд.

Древесное топливо представлено двумя группами – дрова и древесные отходы, полученные на стадиях первичной переработки круглых лесоматериалов и вторичной переработки пиломатериалов. Применение такого топлива для сушки пиломатериалов по сравнению с другими энергоносителями экономически эффективно. Основной характеристикой древесного топлива является его теплотворная способность, которая зависит от двух основных факторов – породы древесины и ее влажности.

Ресурсы древесного сырья для производства тепловой энергии зависят от множества природно-производственных факторов работы лесозаготовительного предприятия. Общие ориентировочные ресурсы сырья для производства тепловой энергии в случае экономической целесообразности использования всех дров и отходов как топлива определяются по стадиям их получения.

На нижних лесопромышленных складах лесозаготовительных предприятий основные направления использования дров и отходов лесопильно-деревообрабатывающих цехов в качестве сырья для производства тепловой энергии – использование для сушки пиломатериалов, для отопления производственных

объектов, для производства тепловой энергии на продажу, а также в качестве товарной продукции (дрова, щепа, опилки). Наиболее экономически эффективным является использование древесного топлива на лесозаготовительных предприятиях для производства тепловой энергии на собственные нужды.

RESOURCES AND MAIN DIRECTIONS OF USING WOOD RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF HEAT ENERGY IN FOREST ENTERPRISES

B.E. MENSNIKOV – doctor of Science, Assistant Professor, Professor,
e-mail: mensnikov-boris@rambler.ru*

E.V. KURDYSHEVA – doctor of Science, Assistant Professor, Assistant Professor,
e-mail: lenusya30@yandex.ru*

* Department of Technology and equipment of timber industry production
FGBOY VO «Ural State Forest Engineering University»,
620100, Yekaterinburg, Sibirsky trakt, 37,
Phone: +7 (343) 262-96-35

Keywords: *wood fuel, heat production, firewood, wood waste.*

The paper provides information on the properties of wood fuel, its main heat engineering characteristics of various rocks and moisture, its resources at the leasing facilities and the volumes needed for drying lumber and other needs.

Wood fuel is represented by two groups – wood and wood waste, obtained at the stages of primary processing of round timber and secondary processing of sawn timber. The use of such fuel for drying sawnwood in comparison with other energy sources is cost-effective. The main characteristic of wood fuel is its calorific value, which depends on two main factors – the wood species and its moisture content.

The resources of wood raw materials for the production of thermal energy depend on the set of natural-production factors of the logging enterprise. The general indicative resources of raw materials for the production of thermal energy, in the case of economic expediency of using all firewood and waste as fuel, are determined by the stages of their receipt.

In the lower forestry stores of logging enterprises, the main directions for the use of firewood and waste from sawmilling and woodworking shops as raw materials for the production of thermal energy are: the use of lumber for drying, production facilities, for the production of heat energy for sale, and also as (wood, chips, sawdust). The most cost-effective is the use of wood fuel in logging enterprises to produce heat for their own needs.

Введение

В условиях рыночных отношений при постоянно растущих ценах на энергоносители на предприятиях лесного комплекса во все больших объемах для производства тепловой энергии, в том числе и использования для сушки пиломатериалов, применяют имеющееся у них собственное дешевое древесное топливо, которое нет необходимости поку-

пать. Использование древесного топлива для производства тепловой энергии позволяет удовлетворить потребности в теплоте на производственные и коммунальные нужды, исключив расходы на транспортировку и хранение древесных отходов, отказаться от ископаемого топлива. В ряде случаев на лесозаготовительных предприятиях возможно вырабатывать и реализовывать тепло-

вую и электрическую энергию как товарную продукцию.

Автономные котельные, работающие на древесном топливе, обеспечивают независимость от энергоснабжающих организаций, от постоянно растущих тарифов на тепловую энергию, от возможных перебоев в теплоснабжении в летний период. Кроме того, энергетическое использование древесного сырья, непригодного

для технологического применения, позволяет придать безотходный характер лесозаготовительному и деревообрабатывающему производству [1, 2].

Очень важным фактором является и то, что древесина – это единственный вид топлива, естественно возобновляющийся в больших объемах, в то время как запасы горючих ископаемых ограничены. Поэтому на лесозаготовительных предприятиях в последние годы все более широко применяются различные типы сушильно-энергетических комплексов, использующих древесное топливо.

Экономическая эффективность применения древесного топлива для сушки пиломатериалов по сравнению с таковой у других энергоносителей наглядно видна из графика, составленного д-ром техн. наук, профессором Сергеевым В.В. (рисунок) [3].

Относительная стоимость сушки пиломатериалов при использовании древесного топлива является минимальной даже при существующих внутрироссийских ценах, которые пока ниже мировых на другие энергоносители.

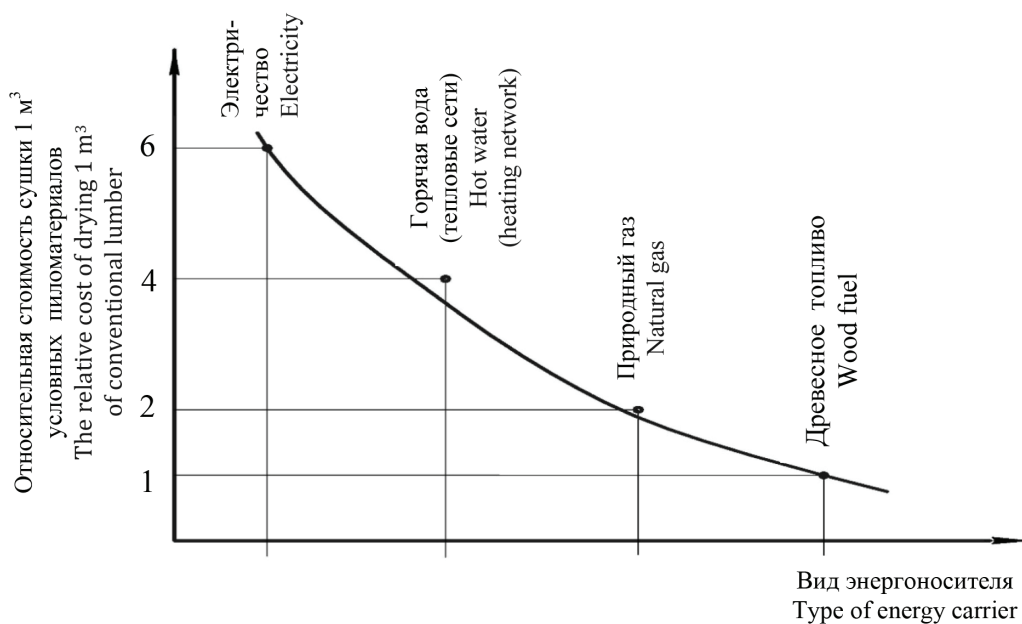
Цель и методика исследований

Целью исследований являлось определение ресурсов древесного сырья для производства тепловой энергии и направлений его использования в различных природно-производственных условиях работы лесозаготовительных предприятий. Общие ориентировочные ресурсы сырья для производства тепловой энергии в случае экономической целесообразности использования всех дров и отходов как топлива определяются по стадиям их получения.

Объекты исследования

Объектом исследований являлось древесное сырье, которое можно использовать на лесозаготовительных предприятиях в качестве топлива. Оно подразделяется на две основные группы – дрова и древесные отходы, полученные в результате переработки круглых лесоматериалов и пиломатериалов.

Дрова. В результате раскряжевки хлыстов получают деловую и низкокачественную древесину. Требования к качеству заготавливаемых хлыстов регламентируются ОСТ 13-83-80, согласно которому они разделены на три качественные группы в зависимости от выхода деловой древесины (табл. 1). Как видно из таблицы, выход деловой древесины из хлыстов различных качественных групп и пород значительно отличается.



Зависимость относительной себестоимости сушки пиломатериалов при использовании различных видов тепловой энергии
 Dependence of the relative cost of drying of sawn timber when using different types of thermal energy

Таблица 1

Table 1

Нормы выхода деловой древесины из хлыстов
The norms of output of commercial wood from the whips

Группа качества Quality group	Выход деловой древесины из хлыстов, % The output of commercial timber from the whips, %		
	хвойных пород softwoods	мягколиственных пород deciduous species	твердолиственных пород hardwood species
I	80 и более 80 and more	60 и более 60 and more	70 и более 70 and more
II	79–50	59–40	69–40
III	До 50	До 40	До 40

Оставшаяся низкокачественная древесина может использоваться для выработки деловых сортиментов путем дополнительной переработки, а пригодная лишь как топливо или для получения древесного угля относится к дровам. Основным сортообразующим пороком древесины, отнесенной к дровам, является внутренняя гниль (85 % от всей дровяной древесины).

Древесные отходы. Второй основной группой сырья, которое можно использовать как топливо, являются древесные отходы, получаемые при дальнейшей переработке лесоматериалов в лесоперерабатывающих и деревообрабатывающих цехах.

Результаты исследования

Ресурсы древесного сырья, которые можно использовать для производства тепловой энергии на лесозаготовительном предприятии, зависят от множества природно-производственных факторов: вида древесного сырья, поступающего на склад (хлысты, круглые лесоматериалы), его размерно-качественных характеристик, объемов сырья,

подаваемого на первичную и последующую переработку, а также вида выпускаемой продукции. В каждом конкретном случае лесоматериалы будут значительно отличаться как по процентному выходу, так и по объемам.

Общие ориентировочные ресурсы сырья для производства тепловой энергии в случае экономической целесообразности использования всех дров и отходов как топлива нужно определять по стадиям их получения с учетом конкретных природно-производственных условий лесозаготовительного предприятия. Пример такого расчета в процессе получения планируемой к выпуску товарной продукции на предприятии приведен в табл. 2 [4–6].

При использовании древесного сырья в качестве топлива необходимо учитывать его теплотехнические свойства. Основной характеристикой древесного топлива является показатель низшей теплоты сгорания (теплотворная способность) Q , Гкал/м³, – количество тепла, выделившееся при сгорании 1 м³, без учета тепла, израсходованного на испарение влаги, обра-

зовавшейся при сгорании этого топлива. Для древесины показатель низшей теплоты сгорания зависит от породы древесины и ее влажности.

Влажность древесного топлива колеблется в широких пределах. Свежесрубленная древесина содержит влаги W 40–60 %, а воздушно-сухая (пролежавшая лето) – 20–30 %, влажность отходов деревообрабатывающих производств – 5–20 %, смешанные древесные отходы на лесозаготовительных предприятиях имеют влажность в пределах 40–50 %.

Влияние влажности древесной биомассы на эффективность работы котельных установок чрезвычайно существенно. При сжигании абсолютно сухой древесной биомассы с малой зольностью эффективность работы котлоагрегатов как по их производительности, так и по КПД приближается к производительности котлоагрегатов на жидком топливе и превосходит в ряде случаев эффективность работы котлоагрегатов, использующих некоторые виды каменных углей.

Повышение влажности древесного топлива вызывает снижение

Таблица 2
Table 2

Ориентировочные ресурсы древесного сырья для производства тепловой энергии
Approximate resources of wood raw materials for the production of thermal energy

№	Стадия получения древесного сырья для производства тепловой энергии The step of obtaining a wood raw materials for production thermal energy	Ресурсы сырья для использования на топливо Resources of raw materials for use for fuel	
		в процентах к объему производства in percentages to the volume production	Объем на каждые 1000 м ³ перерабатываемого сырья по стадиям, м ³ The volume for every 1000 м ³ of processed raw materials by stages, м ³
1	Раскряжевка хлыстов*: Bending of whips внебалансовые кусковые отходы off-balance lump waste дрова firewood	2–3	20–30
		10–40	100–400
2	Первичная переработка**: Primary processing опилки sawdust кусковые или мягкие отходы lumpy or soft waste	8–12	80–120
		14–30	140–300
3	Вторичная переработка***: Recycling опилки, стружка, кусковые отходы и т.п. sawdust, shavings, lump waste and the like	10–60	100–600

*Выход дров в зависимости от размерно-качественных характеристик древостоев определяется по фактическим показателям.
The yield of firewood, depending on the size and quality characteristics of the stands, is determined by actual indicators.
** Фактический баланс раскряжки сырья в лесопилении, шпалопилении, при производстве оцилиндрованных деталей и т.п.
The actual balance of raw material cutting in sawmilling, shearing, in the production of cylindered parts and the like.
***Фактический баланс раскряжки при производстве столярно-строительных изделий (погонажных и клееных изделий, оконных и дверных блоков).
The actual balance of cutting in the manufacture of joinery products (molded and glued products, window and door blocks).

эффективности работы установок для производства тепловой энергии. Поэтому необходимо использовать такие способы хранения древесного топлива, которые не допускают попадания в него атмосферных осадков, почвенных вод и т.д.

Ориентировочные значения теплотворной способности одного плотного кубометра основных отечественных пород древесины различной влажности приведены в табл. 3. Как видно из таблицы, на теплотворную способность

древесного топлива влияют два основных фактора: порода древесины и влажность древесной биомассы [7–8].

Теплотворная способность топлива, состоящего из смеси древесных пород, представленных в табл. 3, вычисляется по формуле

$$(Q_H)_{см} = \sum (Q_H)_i g_i,$$

где $(Q_H)_i$ – теплотворная способность одного плотного кубометра данной породы;

g_i – объемная доля древесного топлива данной породы.

Дрова и отходы лесопильно-деревообрабатывающих цехов на нижних лесопромышленных складах лесозаготовительных предприятий используют не только как сырье для получения тепловой энергии. Существуют и другие многочисленные направления переработки и получения из них различного вида товарной продукции. В табл. 4 приведены возможные направления использования дров и древесных отходов и потребное количество тепловой энергии.

Таблица 3

Table 3

Ориентировочные значения теплотворной способности основных отечественных пород древесины различной влажности

Approximate values of the calorific value of the main domestic rocks of different moisture

Влажность древесного топлива* Humidity woody of fuel	Теплотворная способность (Гкал/м ³) в зависимости от породы Calorific value (Gcal / m ³) depending on the breed					
	Сосна Pine	Ель Spruce	Пихта Fir	Лиственница Larch	Береза Birch	Осина Aspen
Свежесрубленное, Freshly cut, W > 50 %	1	0,89	0,73	1,32	1,23	0,93
Воздушно-сухое, Air-dry, W 20–50 %	1,2	1,07	0,876	1,584	1,476	1,116
Сухое, Dry, W до 20 %	1,4	1,25	1,022	1,848	1,722	1,302

* В таблице даны значения абсолютной влажности древесины (W_a), в теплотехнических расчетах влажность древесного топлива вычисляется по относительной или рабочей влажности W^p. Перерасчет абсолютной влажности в относительную и наоборот производится по формулам $W^p = 100W_a / (100 + W_a)$; $W_a = 100W^p / (100 - W^p)$.
The table gives the values of the absolute moisture content of wood (W_a), in heat engineering calculations the moisture content of wood fuel is calculated by the relative, or operating humidity W^w. The absolute humidity is recalculated into relative and vice versa according to the formulas: $W^w = 100W_a / (100 + W_a)$; $W_a = 100W^w / (100 - W^w)$.

Таблица 4

Table 4

Возможные направления использования древесного топлива

Possible directions for the use of wood fuel

Направления использования Directions of use	Расход (Цена) Consumption (Price)
<i>На собственные нужды On own needs</i>	
Для производства тепловой энергии для сушки пиломатериалов: For the production of thermal energy for drying of sawn timber: с воздушным теплоносителем (with air coolant) с водяным теплоносителем (with water coolant)	0,3 м ³ (м ³) / 1 м ³ усл. п/м (m ³ of conventional lumber) 0,4 м ³ (м ³) / 1 м ³ усл. п/м (m ³ of conventional lumber)
Для отопления производственных объектов: For heating production objects: административные здания (administrative buildings) механические цехи (mechanical shops) гаражи, столярные цехи (garages, carpentry shops)	0,043 Гкал/ч (Gcal/h) / 2500 м ³ (м ³) 0,043 Гкал/ч (Gcal/h) / 2000 м ³ (м ³) 0,043 Гкал/ч (Gcal/h) / 850 м ³ (м ³)
<i>В качестве товарной продукции As marketable products</i>	
Для производства тепловой энергии на продажу For the production of thermal energy for sale	1400 – 1700 руб. (rub) / 1 Гкал/ч (Gcal/h)
Как товарная продукция: As a commodity output: дрова (firewood) щепа (chips) опилки (sawdust)	1000 – 1300 руб. / м ³ (rub/m ³) 250 – 400 руб. / м ³ (rub/m ³) 200 – 300 руб. / м ³ (rub/m ³)

Основными направлениями использования дров и отходов лесопильно-деревообрабатывающих цехов являются: потребление для производства тепловой энергии для сушки пиломатериалов, для отопления производственных объектов, для производства тепловой энергии на продажу, а также в качестве товарной продукции (дрова, щепа, опилки). Рассчитав необходимый объем древесины для производства тепловой энергии для камерной сушки пиломатериалов и технологических нужд, определяют экономическую целесообразность и направления применения оставшегося сырья.

Выводы

1. Ресурсы древесного сырья для производства тепловой энергии на лесозаготовительном предприятии зависят от множества природно-производственных факторов: вида древесного сырья, поступающего на склад, его размерно-качественных характеристик, объемов сырья, подаваемого на первичную и последующую переработку, а также вида выпускаемой продукции.

2. Общие ориентировочные ресурсы древесного сырья для производства тепловой энергии определяются по стадиям их получения с учетом конкретных природно-производственных условий лесозаготовительного предприятия.

3. Основными направлениями использования дров и отходов лесопильно-деревообрабатывающих цехов в качестве сырья для производства тепловой энергии являются: использование для сушки пиломатериалов, для отопления производственных объектов, для производства тепловой энергии на продажу, а также в качестве товарной продукции (дрова, щепа, опилки).

4. Использование древесного топлива на лесозаготовительных предприятиях для производства тепловой энергии на собственные нужды является в настоящее время экономически более эффективным.

Библиографический список

1. Vukovic N., Zalesov S., Vukovic D. Bioenergy based on Woodchips as the development driver of non-urban forested areas—the case study of Ural region Russia // Journal of Urban and Regional Analysis. 2017. Vol. IX, 1. P. 73–85.
2. Залесов С.В. Ресурсы невогребованной древесины для нужд биоэнергетики в лесах Уральского федерального округа // Актуальные проблемы развития биотехнологий: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Урал. аграрн. изд-во, 2013. С. 70–72.
3. Сергеев В.В., Тракало Ю.И. Повышение эффективности сушки пиломатериалов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. 226 с.
4. Азаренок В.А., Кошелева Н.А., Меньшиков Б.Е. Лесопильно-деревообрабатывающие производства лесозаготовительных предприятий: учеб. пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 593 с.
5. Мехренцев А.В., Меньшиков Б.Е., Курдышева Е.В. Технология и оборудование для переработки горбылей на пилопродукцию: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2016. 174 с.
6. Коробов В.В., Рушнов Н.П. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии). М.: Экология, 1991. 288 с.
7. Меньшиков Б.Е., Сергеев В.В. Технологические основы организации сушки пиломатериалов на лесозаготовительных предприятиях: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. 105 с.
8. Головкин С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов. М.: Лесн. пром-сть, 1987. 224 с.

Bibliography

1. Vukovic N., Zalesov S., Vukovic D. Bioenergy based on Woodchips as the development driver of non-urban forested areas—the case study of Ural region Russia // Journal of Urban and Regional Analysis. 2017. Vol. IX, 1. P. 73–85.
2. Zalesov S.V. Resources of unclaimed timber for bioenergy in the forests of the Urals Federal District // Actual problems of biotechnology development: a collection of materials of the international scientific and practical conference. Yekaterinburg: Ural agricultural publishing, 2013. P. 70–72.
3. Sergeev V.V., Trakalo Y.I. Improving the efficiency of drying of sawn timber. Yekaterinburg: USFEU, 2005. 226 p.
4. Azarenok V.A., Kosheleva N.A., Menshikov B.E. Sawmilling and woodworking production of logging enterprises: tutorial: edition 2, revised and enlarged. Yekaterinburg: USFEU, 2015. 593 p.
5. Mekhrentsev A.V., Menshikov B.E., Kurdysheva E.V. Technology and equipment for processing slabs for sawmill products: tutorial. Yekaterinburg: USFEU, 2016. 174 p.
6. Korobov V.V., Rushnov N.P. Processing of low-quality raw materials (problems of wasteless technology). M.: Ecology, 1991. 288 p.
7. Menshikov B.E., Sergeev V.V. Technological bases of the organization of drying of saw-timbers at logging enterprises: tutorial. Yekaterinburg: USFEU, 2011. 105 p.
8. Golovkov S.I., Koperin I.F., Naidenov V.I. Energy use of wood waste. M.: Lesnaya promyshlennost, 1987. 224 p.

УДК 332*02

ЛЕСНЫЕ ПЛАНЫ: ОЖИДАНИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ ИСПОЛНЕНИЯ

П.А. БИРЮКОВ – кандидат экономических наук,
тел.: +7(919)3861384*

М.В. КУЗЬМИНА – кандидат экономических наук,
доцент кафедры землеустройства и кадастров,
тел.: +7(922)1054660, e-mail: margo-v66@mail.ru*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,

И.А. ИМАТОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, главный специалист
ГКУ СО Дирекция лесных парков
620004, Россия, Екатеринбург, ул. Малышева, 101, оф. 136,
тел.: +7(950)6542949, e-mail: i.imatova@list.ru

Ключевые слова: лесной план, подходы к планированию, хозяйственная деятельность в лесах, управление лесами региона.

В статье проанализированы итоги десятилетней работы Лесных планов как основного документа планирования лесного хозяйства на уровне субъектов РФ в рамках действия Лесного кодекса 2006 г., который по своему воздействию на лесные отношения в стране явился кардинальным шагом по реформированию организационно-административных, управленческих основ лесных отношений и практики лесопользования.