

УДК 630\*243 630\*562

## Опыт внедрения методов интенсивного лесного хозяйства на базе инновационного технологического кампуса ПетрГУ\*

В.М. Лукашевич<sup>1 а</sup>, А.Н. Пеккоев<sup>2 б</sup>, А.А. Селиверстов<sup>1 с</sup>, Ю.В. Суханов<sup>1 д</sup>

<sup>1</sup>Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

<sup>2</sup>Карельский научный центр Российской академии наук, ул. Пушкинская 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

<sup>а</sup>ivm-dov@mail.ru, <sup>б</sup>pek-aleksei@list.ru, <sup>с</sup>alexander@petrsu.ru, <sup>д</sup>yurii\_ptz@bk.ru

Статья получена 11.05.2014, принята 13.08.2014

*На лесоинженерном факультете Петрозаводского государственного университета в рамках международного сотрудничества изучаются современные подходы и технологии, помогающие при переходе к интенсивным методам ведения лесного хозяйства. Одним из результатов этой деятельности являются заложенные постоянные пробные площади на территории учебно-лабораторного комплекса ПетрГУ, используемые для обучения студентов и научных исследований в области ухода за лесом, а также для демонстрации современных технологий ведения интенсивного лесного хозяйства. В статье представлены результаты первого этапа исследования современных технологий рубок ухода на постоянных пробных площадях: приведены описание методик закладки пробных площадей и назначения деревьев в рубку; содержатся методы, технологии и описание систем машин, примененных для проведения рубок ухода разной интенсивности; приведены таксационные характеристики древостоев пробных площадей до и после рубок ухода, а также оценка качества проведенных рубок ухода на пробных площадях. В конце статьи приведены результаты компьютерного моделирования влияния проведенных рубок ухода на дальнейшее развитие древостоя с помощью программного продукта НИИ леса Финляндии MOTTI.*

Ключевые слова: интенсивное лесное хозяйство, пробные площади, рубки ухода, моделирование хода роста

## Experience in reducing intensive forestry methods based on innovation and technology campus of Petrozavodsk State University to practice

V.M. Lukashevich<sup>1 а</sup>, A.N. Pekkoev<sup>2 б</sup>, A.A. Seliverstov<sup>1 с</sup>, Y.V. Sukhanov<sup>1 д</sup>

<sup>1</sup>Petrozavodsk State University, Lenin av. 33, Petrozavodsk, Russia

<sup>2</sup>Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str. 11, Petrozavodsk, Russia

<sup>а</sup>ivm-dov@mail.ru, <sup>б</sup>pek-aleksei@list.ru, <sup>с</sup>alexander@petrsu.ru, <sup>д</sup>yurii\_ptz@bk.ru

Received 11.05.2014, accepted 13.08.2014

*Faculty of Forestry at the Petrozavodsk State University (PetrSU) explores modern technologies of intensive forest management practices. One of the results of these activities are forest plots used for student learning, researching of forestry and demonstrating the modern technologies of intensive forestry. The article presents the results of the first phase of the study of modern technologies of thinning on the forest plots in educational-laboratory complex of Petrozavodsk State University: creating forest experimental plots, thinning with varying intensity, assess the quality of thinning and simulating in MOTTI program impact of thinning on the further development of the forest stand. This article was prepared as part of a research project Karelia ENPI CBC "Novel cross-border solutions for intensification of forestry and increasing energy wood use".*

**Keywords:** intensive forestry, sample forest plots, thinning, forest stand growth simulation

**Введение.** Ведение интенсивного лесного хозяйства невозможно представить без широкого применения рубок ухода.

Рубки ухода – это лесохозяйственные мероприятия, направленные на получение к возрасту спелости ценных в хозяйственном отношении и здоровых древостоев за счет улучшения условий роста для деревьев целевого назначения и изъятия слабых, малоценных и фаутных.

**Методика работы.** Для изучения современных методов и технологий рубок ухода на территории учебно-лабораторного комплекса ПетрГУ было решено заложить серию пробных площадей.

В качестве пробных площадей подбирались участки в однородных лесорастительных условиях, на которых произрастают древостои одного возраста с похожими таксационными характеристиками. Всего было намечено семь пробных площадей, из которых одна оставалась без ухода (в качестве контрольной площади), а на остальных шести были запланированы рубки ухода

\* Статья подготовлена в рамках научного проекта ППС ЕИСП «Карелия» «Новые трансграничные решения в области интенсификации ведения лесного хозяйства и повышения степени использования топливной древесины в энергетике».

различной интенсивности с использованием разных систем машин.

Закладка пробных площадей и обследование лесных насаждений проводились в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами [1 – 3].

Тип леса, на котором произрастает опытный древесной, согласно классификации Сукачева относится к сосняку черничному свежему. Средний возраст древостоя – 80 лет, и согласно бонитетной шкале Орлова древостой можно отнести к II классу бонитета.

Размер пробных площадей составил 20x50 м и 25x40 м (площадь 0.1 га). Работы делились на полевые и камеральные.

Порядок выполнения полевых работ:

1) подбор участков и определение возраста древостоя;

2) закрепление площадей на местности;

3) сплошной пересчет деревьев и замер высот.

Порядок выполнения камеральных работ:

1) подготовка данных к обработке;

2) составление абриса размещения площадок в пространстве;

3) статистическая обработка данных и получение результата.

Для определения возраста на каждом участке выбирались по три средних дерева (по диаметру и высоте) из преобладающей породы. Возраст определялся с помощью возрастного бурава «Mora Sweden». Ограничение площадей в натуре производилось инструментально (с замером сторон и углов с помощью буссоли «Suunto-KB» и мерными лентами). По углам пробной площади устанавливались вешки. Деревья, находящиеся на границе, но не входящие в площадь пробы, отмечались сигнальной лентой.

По результатам полевых работ строился абрис размещения пробных площадей (рис. 1).

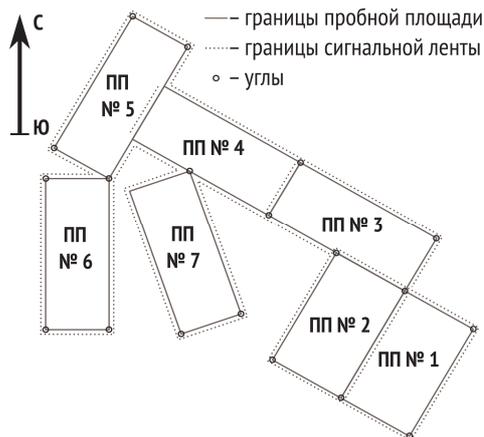


Рис. 1. Схема отвода пробных площадей

Для фотофиксации состояния древостоя до воздействия на каждом углу были сделаны снимки насаждения.

На каждой площадке был произведен сплошной пересчет. В пересчетную ведомость для каждого дерева вносились следующие данные: порода, диаметр на высоте груди (замерялся с помощью мерных вилок штангенциркульного типа «Halglof Sweden»), состояние де-

рева и замеченные пороки. Каждое замеренное дерево отмечалось мелом. Также на каждой площадке для построения графика высот выбирались по 15-20 деревьев по пропорциональному ступенчатому представительству, и производился замер их высот высотомером «Suunto-PM-5» с точностью 0,1 м.

Для определения полноты и запаса древостоя применялись региональные лесотаксационные таблицы для Республики Карелия, составленные Н.И. Казимировым [4]. Средний диаметр вычисляли статистическим методом, как среднее арифметическое. Среднюю высоту древостоя определяли графическим способом, исходя из данных измерения высот и диаметров учетных деревьев.

Совместно со специалистами из Финляндии были проведены работы по назначению интенсивности проведения рубок ухода. Интенсивность выбиралась экспертами исходя из таксационных характеристик деревьев на пробной площади с учетом предупреждения возможного ветровала. Абсолютная полнота древостоя на пробных площадках определялась с помощью реласкопа по нескольким круговым пробам. Назначение деревьев в рубку проводилось комбинированным методом, когда наряду с деревьями с диаметром меньше среднего по древостою выбиралась часть деревьев верхнего полога. В первую очередь выбирались угнетенные, больные и наклоненные деревья, а также деревья с пороками формы ствола. Оставляемые деревья отмечались красной лентой.

Таксационные характеристики пробных площадей до и после проведения ухода представлены в табл. 1.

Рубки ухода были проведены тремя системами машин: бензопила и форвардер (Б+Ф); харвестер и форвардер среднего класса (Х+Ф); харвестер и форвардер легкого класса (ХЛ+ФЛ). Системы машин назначались с учетом грунтовых условий и интенсивности ухода: 20 % (умеренная интенсивность), 30 % (умеренно-сильная интенсивность) и 40 % (сильная интенсивность).

Рубки ухода были проведены летом 2013 года с использованием лесозаготовительной техники John Deere. На первом и втором участках лесозаготовительные операции проводились комплектом машин – харвестер John Deere 1270E и форвардер John Deere 1210E; на третьем и четвертом – бензопила Husqvarna 254 и форвардер John Deere 1110D; на пятом и шестом – харвестер John Deere 1070D и форвардер John Deere 1110D. Начало работ совпало с проведением международной выставки Интерлес-2013, благодаря чему ученые, лесозаготовители, преподаватели и студенты могли увидеть процесс и результат проведения рубок ухода с использованием современной техники и технологий.

После проведения рубок были проведены лесотаксационные работы по учету деревьев, оставленных на дальнейшее доращивание, а также отмечены механические повреждения, полученные оставленными деревьями. По результатам учета (табл. 1) был сделан вывод, что во всех вариантах опыта интенсивность оказалась близкой к запланированной.

Количество поврежденных деревьев на всех пробных площадях не превысило 3 %, что считается допус-

*Таксационная характеристика пробных площадей  
до и после проведения рубок ухода различной интенсивности*

| Номер пр. пл. | Описание   | Описание состава древостоя | Число деревьев, шт/га | Средние           |           | Абсолют. полнота, м <sup>2</sup> /га | Запас, м <sup>3</sup> /га |
|---------------|--|----------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|--------------------------------------|---------------------------|
|               |  |                            |                       | Диаметр 1.3 м, см | Высоты, м |                                      |                           |
| 1             | До проведения ухода  | 7С2Б1Е                     | 1590                  | 14,78             | 16,19     | 33,5                                 | 309                       |
|               | Интенсивность рубки:<br>по запасу 28 %<br>по числу деревьев 55 % | 9С1Е ед. Б                 | 710                   | 19,43             | 20,59     | 24,71                                | 222                       |
| 2             | До проведения ухода  | 8С2Б ед. Е                 | 1370                  | 16,67             | 18,16     | 35,5                                 | 340                       |
|               | Интенсивность рубки:<br>по запасу 39 %<br>по числу деревьев 57 % | 8С2Б ед. Е                 | 590                   | 20,19             | 20,98     | 19,68                                | 216                       |
| 3             | До проведения ухода  | 8С2Б ед. Е                 | 1590                  | 16,05             | 15,56     | 38                                   | 317                       |
|               | Интенсивность рубки:<br>по запасу 23 %<br>по числу деревьев 48 % | 8С2Б ед. Е                 | 820                   | 20,28             | 18,73     | 29,94                                | 243                       |
| 4             | До проведения ухода  | 8С2Б ед. Ос                | 1750                  | 16,14             | 16,10     | 41,3                                 | 362                       |
|               | Интенсивность рубки:<br>по запасу 30 %<br>по числу деревьев 63 % | 9С1Б ед. Ос                | 650                   | 22,7              | 20,37     | 33,01                                | 254                       |
| 5             | До проведения ухода  | 6С2Б1Е1Ос                  | 1370                  | 15,65             | 15,67     | 30,8                                 | 267                       |
|               | Интенсивность рубки:<br>по запасу 35 %<br>по числу деревьев 63 % | 8С2Б ед. Е                 | 510                   | 20,25             | 19,7      | 23,74                                | 171                       |
| 6             | До проведения ухода  | 8С1Б1Е                     | 1490                  | 16,93             | 16,89     | 39,2                                 | 364                       |
|               | Интенсивность рубки:<br>по запасу 22 %<br>по числу деревьев 53 % | 9С1Е ед. Б                 | 690                   | 22,79             | 20,28     | 29,44                                | 285                       |
| 7             | Контрольная площадь  | 7С2Б1Е                     | 1550                  | 15,93             | 16,06     | 38,2                                 | 360                       |

тимой величиной для технологических процессов проходных рубок. Больше всего повреждений приходится на деревья центральной ступени толщины с диаметром 20-28 см. Основная часть повреждений (более 60 %) приходится на деревья, расположенные в пределах четырех метров от оси волока. При выполнении работ вальщиками образуется меньшее количество повреждений у деревьев, которые оставляются на доращивание. На пробных площадях с более высокой интенсивностью рубки ухода наблюдается меньшее количество поврежденных деревьев. По всей видимости, это объясняется тем, что оператору лесосечной машины легче более качественно выполнять работы по уходу.

При организации интенсивного лесопользования одним из перспективных направлений является внедрение и применение современных инструментов, связанных с информационными технологиями, например, помогающих планировать лесохозяйственную деятельность в зависимости от целевого назначения выращи-

ваемого древостоя, места произрастания и климатических условий.

Одним из таких инструментов являются компьютерные системы поддержки принятия решений (СППР), позволяющие использовать возможности компьютера для анализа и обработки больших объемов данных, а также методы компьютерного моделирования для помощи специалисту, принимающему управленческие решения.

Программный продукт МОТТИ [5], разработанный в НИИ леса Финляндии (Metla), позволяет специалистам лесного хозяйства назначать различные лесохозяйственные мероприятия и анализировать ход роста древостоя. Программа имеет невысокие системные требования и простой графический интерфейс, который отличается наглядностью (рис. 2). Версия программы с финским и английским интерфейсами доступна на сайте НИИ леса Финляндии (Metla) [6].



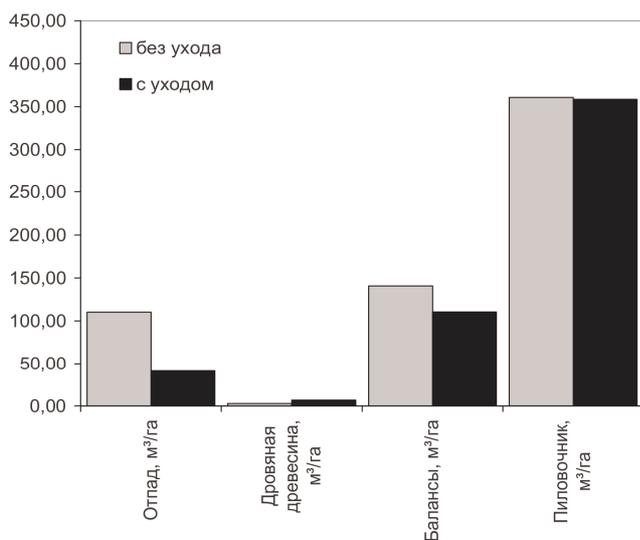


Рис. 5. Результаты моделирования на ПП № 3

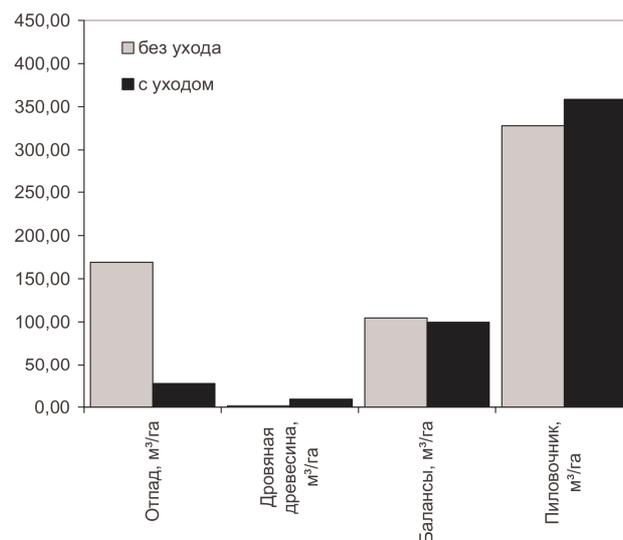


Рис. 6. Результаты моделирования на ПП № 4

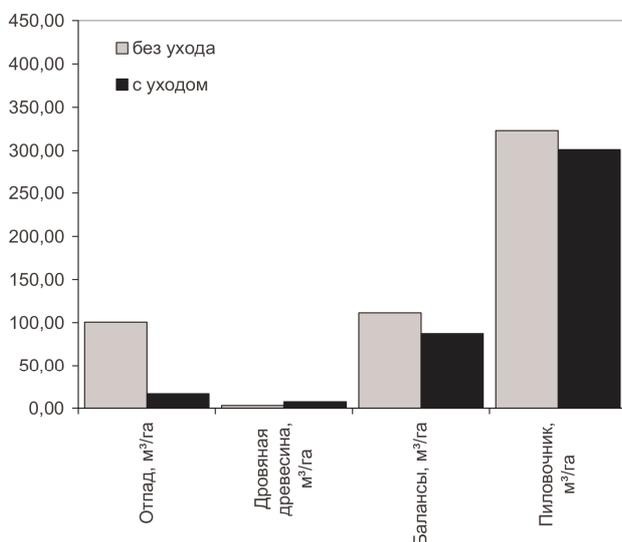


Рис. 7. Результаты моделирования на ПП № 5

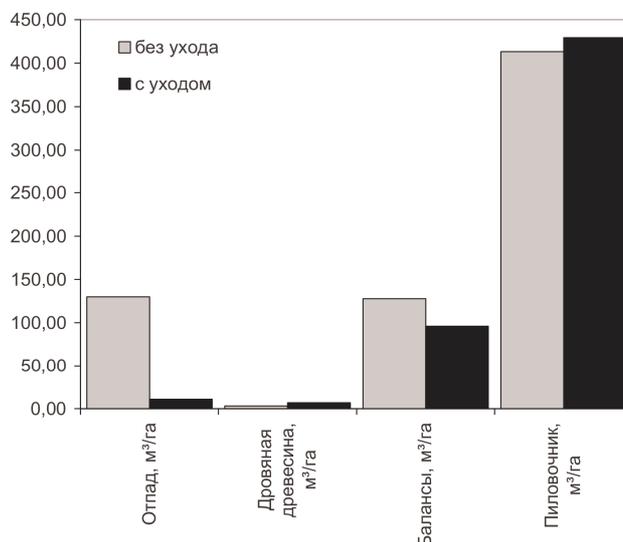


Рис. 8. Результаты моделирования на ПП № 6

В целях прогнозирования влияния проведенных рубок ухода на развитие древостоев шести пробных площадей были проведены имитационные эксперименты в программе МОТТ и сделано сравнение результатов роста древостоев за 20 лет с уходом и без проведения ухода. Были рассчитаны объемы древесины (без учета пороков балансовых и пиловочных бревен), потенциально получаемой при проведении сплошнелесосечной рубки через 20 лет. Результаты имитационного моделирования развития древостоев через 20 лет на пробных площадях 1 – 6 с уходом и без ухода представлены на рис. 3-8.

### Выводы

Результаты имитационного моделирования показывают, что выращивание древостоя до 100 лет с одной проходной рубкой в возрасте 80 лет низовым методом

в большинстве случаев не ведет к значительному снижению выхода наиболее ценных пиловочных бревен при сплошнелесосечной рубке, но общий запас деловой древесины при позднем уходе восполнить удастся не всегда.

Например, на пробной площадке № 2 в варианте «с уходом» выход деловой древесины ниже, чем в варианте «без ухода», что объясняется большей интенсивностью ухода (39 %). В то же время, с увеличением периода моделирования до 30 лет, согласно моделям программы, полностью восстанавливаются запасы пиловочника и уменьшается разница в балансовой древесине (рис. 9). С учетом деловой и энергетической древесины, заготовленной при проведении рубки ухода, результаты моделирования позволяют сделать вывод о целесообразности проведения в ряде случаев поздних проходных рубок ухода приспевающих древостоев.

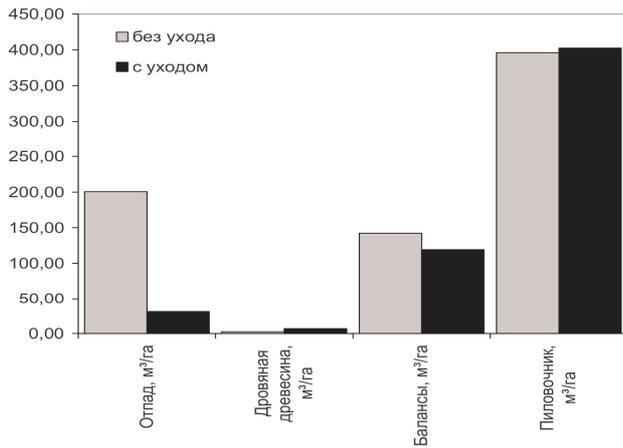


Рис. 9. Результаты моделирования на 30 лет (ПП № 2)

Заложенные постоянные пробные площади используются при обучении студентов, и в ходе выполнения студентами практических заданий каждый год будет проводиться оценка изменений таксационных характеристик древостоя. Это позволит на практике оценить влияние проведенного ухода на рост и сравнить с результатами моделирования программы MOTTI.

#### Литература

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1982. 552 с.
2. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М., 1983. 23 с.
3. Поляков А.Н. Практикум по лесной таксации и лесоустройству. М.: ВНИИЦлесресурс, 1998. 240 с.
4. Казимиров Н.И., Кабанов В.В. Лесотаксационные таблицы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1976. 32 с.
5. Hynynen J., Ahtikoski A., Siitonen J., Sievanen R., Liski J. Applying the MOTTI simulator to analyse the effects of alternative management schedules on timber and non-timber production // Forest Ecology and Management. 2007. (2005). P. 5–18.
6. MetINFO - MOTTI Stand Simulator, Introduction [Электронный ресурс] // Finnish Forest Research Institute. URL.: <http://www.metla.fi/metinfo/motti/index-en.htm>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ.(дата обращения: 10.06.2014).
7. CBS FOREN – новый проект по интенсификации ведения лесного хозяйства [Электронный ресурс] // Трансгранич-

ный лесной портал. URL.:<http://lesinfo.fi/rus/?ID=688&news=view&newsID=2435>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: 10.06.2014).

8. Лукашевич В.М., Суханов Ю.В., Катаров В.К., Пеккоев А.Н. Организация и совершенствование образовательного процесса на лесоинженерном факультете государственного университета в рамках международного сотрудничества // Alma mater. 2014. № 2. С. 59.

9. Суханов Ю.В., Пеккоев А. Н., Лукашевич В.М., Катаров В.К. MOTTI – компьютерная система поддержки принятия решений в лесном хозяйстве // Resources and technology. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. Вып. 9. (1). С. 55-57.

#### References

1. Anuchin N.P. Forest taxation. M.: Lesnaya promyshlennost', 1982. 552 p.
2. OST 56-69-83. Trial Forest Management Areas. Establishment Method. M., 1983. 23 p.
3. Polyakov A.N. Workshop on forest inventory and forest management. M.: VNIITslesresurs, 1998. 240 p.
4. Kazimirov N.I., Kabanov V.V. Forest taxation tables. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1976. 32 p.
5. Hynynen J., Ahtikoski A., Siitonen J., Sievanen R., Liski J. Applying the MOTTI simulator to analyse the effects of alternative management schedules on timber and non-timber production // Forest Ecology and Management. 2007. (2005). P. 5–18.
6. MetINFO - MOTTI Stand Simulator, Introduction [Elektronnyi resurs] // Finnish Forest Research Institute. URL.: <http://www.metla.fi/metinfo/motti/index-en.htm>, svobodnyi. Zagl. s ekrana. Yaz. angl.
7. CBS FOREN – new project for intensification of forestry [Elektronnyi resurs] // Transgranichnyi lesnoi portal. URL.:<http://lesinfo.fi/rus/?ID=688&news=view&newsID=2435>, svobodnyi. Zagl. s ekrana. Yaz. rus.
8. Lukashevich V.M., Sukhanov Yu.V., Katarov V.K., Pekkoiev A.N. Organization and improvement of educational process at forest engineering faculty of Petrozavodsk state university within framework of international cooperation // Alma mater. 2014. № 2. P. 59.
9. Sukhanov Yu.V., Pekkoiev A. N., Lukashevich V.M., Katarov V.K. Decision support system for forest management MOTTI // Resources and technology. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2012. Vyp. 9.(1). P. 55-57.