

УДК 630\*945.14:631.15:65.011

## РАБОТА С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ ЛЕСНОГО ФОНДА

<sup>1</sup>Клеванский Н.Н., <sup>1</sup>Козаченко М.А., <sup>1</sup>Козаченко Ю.В., <sup>2</sup>Мавзовин В.С.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Саратов, e-mail: nklevansky@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), Москва

Информационная поддержка управления лесным хозяйством требует объединения таксационной и картографической информации в единой базе данных (БД). Решение проблемы возможно с помощью предлагаемой интегрированной системы управления лесным хозяйством на уровне лесничества. Интеграция информации в БД системы обеспечивается моделями лесных участков. Объектом лесохозяйственной деятельности является лесной фонд, состоящий из различных лесных участков – лесничеств, участковых лесничеств, лесных кварталов и лесотаксационных выделов, именуемых в дальнейшем геометрическими объектами. Наличие границ лесных участков является одним из признаков становления леса как лесного фонда. Границы геометрических объектов представлены в БД системы последовательностями вершин, соединяемых отрезками прямых. Координаты граничных вершин лесничества, участковых лесничеств и лесных кварталов получают на основании космической съемки или спутникового позиционирования. Границы выделов устанавливаются с помощью аэрофотосъемки и последующего контурного дешифрования, уточняемого в полевых условиях. Границы геометрических объектов представляют в БД картографическую информацию, а связь с таксационной информацией обеспечивается ее включением в данные выделов в схеме БД предлагаемой интегрированной системы. Функциональное моделирование проекта интегрированной системы по методологии SADT позволило выявить основные подходы к созданию системы и представить диаграммы проекта разных уровней. В СУБД Access разработан макет предлагаемой интегрированной системы. В макет включены редакторы границ лесных участков с возможностью их визуализации. Для редактирования граничных вершин лесотаксационных выделов использован метод иерархической декомпозиции, заключающийся в последовательной фрагментации участков большой площади на участки меньшей площади.

**Ключевые слова:** лесное хозяйство, лесной фонд, лесничество, участковое лесничество, лесной квартал, лесотаксационный выдел, иерархическая декомпозиция

## WORK WITH GEOMETRICAL OBJECTS OF FOREST FUND

<sup>1</sup>Klevanskiy N.N., <sup>1</sup>Kozachenko M.A., <sup>1</sup>Kozachenko Yu.V., <sup>2</sup>Mavzovin V.S.

<sup>1</sup>Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: nklevansky@yandex.ru;

<sup>2</sup>National Research Moscow State Construction University, Moscow

Information support for forest management requires the consolidation of inventory and mapping information into a single database (DB). The problem can be solved through the proposed integrated forest management system at the forestry level. Integration of information into DB system is provided by models of forest areas. The forest activity is a forest fund consisting of various forest areas – forestry, district forestry, subdivisions of forest district and forest taxation units, hereinafter referred to as geometric objects. The existence of forest boundaries is one of the signs of forest formation as a forest fund. The boundaries of geometric objects are represented in the system DB by sequences of vertices connected by straight lines. Coordinates of boundary peaks of forestry, precinct forests and forest neighborhoods are obtained on the basis of space survey or satellite positioning. The boundaries of the forest taxation units are established by aerial photography and subsequent contour decryption, which is specified in the field. Boundaries of geometric objects represent mapping information in DB, and connection with taxing information is provided by its inclusion in data of allocations in DB scheme of proposed integrated system. Functional modeling of the integrated system project according to SADT methodology allowed to identify the main approaches to the system creation and to present diagrams of different levels. Access DBMS has developed a layout of the proposed integrated system. The layout includes forest boundary editors with the ability to visualize them. The method of hierarchical decomposition consists in successive fragmentation of large area sections into smaller area sections.

**Keywords:** forestry, forest fund, forest district, subdivision of forest district, forest taxation unit, forest compartment, hierarchical decomposition

Объектом ведения лесного хозяйства является лесной фонд [1]. В отличие от определения «лес», лесной фонд имеет экономическое содержание и представляет собой лесные массивы, закрепленные за отдельными лесными предприятиями. Следует признать, что лес становится лесным фондом приобретении хозяина, границ и количественных оценок. Оценки – это площади лесных участков и таксационные характеристики выделов.

В новой лесоустроительной инструкции [2] сохранена преемственность иерархии включения лесных участков, о чем свидетельствуют следующие пункты инструкции:

«11. При проектировании лесничеств, лесопарков осуществляется установление их границ, деление территорий лесничеств, лесопарков на участковые лесничества, определение квартальной сети.

59. При таксации лесов территория каждого лесного квартала разделяется на первичные лесохозяйственные учетные единицы – лесотаксационные выделы».

Лесничества, участковые лесничества, лесные кварталы, лесотаксационные выделы в данном исследовании будут рассматриваться как геометрические объекты лесного фонда, а их математические модели, необходимые для лесохозяйственной деятельности, представлены в базе данных (БД) предлагаемой интегрированной системы управления лесным хозяйством на уровне лесничества. Модели лесных участков формируются в предположении, что участки являются плоскими многоугольниками, ограниченными некоторым количеством граничных вершин и отрезками прямых между ними.

Обязательным условием проведения непрерывного лесоустройства является ежегодная (или текущая) актуализация повыдельных банков таксационных данных, созданных на персональных ЭВМ во время базового лесоустройства [2].

Аналогичные соображения приведены в [3 с. 30]: «для непрерывного лесоустройства необходима единая повыдельная БД. Система должна работать на уровне лесничества, что позволит увеличить скорость принятия решения и снизить затраты на передачу информации. Источником информации служат данные учета лесного фонда прошлых лет, материалы лесоустройства, мониторинга».

Нельзя также не согласиться с тем, что «информационная поддержка процессов управления лесным хозяйством заключается в анализе, описании, моделировании бизнес-процессов и поддержании актуальной БД лесного фонда» [3, с. 3].

Большое количество графических и текстовых данных – ведомости деления лесов по целевому назначению, лесоустроительные планшеты, планы лесонасаждений, аэро- и космические снимки, комплекты карточек таксации выделов для каждого лесного квартала, необходимые для дальнейших работ в лесной отрасли, сходно с ситуацией в промышленности, сложившейся в период интенсивного развития и внедрения систем автоматизированного проектирования. Выходом стала разработка интегрированных систем управления на основе конструкторских БД [4]. Интеграция информации в конструкторских БД осуществлялась на основе геометрических моделей проектируемых объектов.

Применительно к лесному хозяйству оперативное формирование, редактирование и хранение вышеупомянутых данных наиболее целесообразно производить на уровне лесничеств в составе интегрированной системы управления на основе геометрических моделей лесных участков. Наиболее изменяемыми с геометрической точки зрения являются лесотаксационные выделы [5]. Поэтому интегрированная система лесничества должна включать простой и доступный к использованию редактор границ выделов.

Цель исследования: подходы к созданию интегрированной системы управления лесным хозяйством на уровне лесничества.

Задачи исследования: функциональное моделирование проекта интегрированной системы: разработка редактора границ лесотаксационных выделов.

### Материалы и методы исследования

Контурные выделов определяют при лесоустройстве по аэроснимкам (АС). Границы выделов сначала наносят на АС в камеральных условиях (контурное дешифрирование АС), а во время полевых работ их уточняют. Далее границы выделов переносят на лесные карты. Местоположение, границы и площадь лесных участков определяются соответственно по лесным кварталам и/или лесотаксационным выделам, их границам и площадям (Лесной кодекс РФ, статья 69). Информация эта весьма многообразна, объемна и формирует две группы данных – лесотаксационную и картографическую. В лесотаксационную группу данных входит повыдельная информация о лесном фонде. Картографическая группа данных включает информацию о пространственном размещении участков лесного фонда, а также дублирует некоторую повыдельную информацию, приведенную в таксационных описаниях. Эту информацию составляют графические материалы – планшеты, планы лесонасаждений, карты-схемы. Интегрированная система лесного хозяйства на уровне лесничества позволит объединить информацию таксационных и картографических наборов данных [6].

Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ) осуществляется с максимально возможным сохранением в контурах выделов преемственности с данными предыдущего лесоустройства с учетом точности предыдущей таксации, изменений, произошедших в результате хозяйственной деятельности и естественных процессов роста насажде-

ний и динамики экосистем. ГИЛ – процесс, который должен поддерживаться информационной системой для быстрого и надежного представления информации в требуемом виде [5].

При проектировании интегрированной системы управления лесным хозяйством на уровне лесничества использовано функциональное моделирование SADT (Structured Analysis and Design Technique). Первоначальное назначение методологии SADT – функциональное специфицирование программных продуктов. Позже методология SADT стала применяться для структурного анализа систем средней сложности. Моделирование информационной поддержки управления лесным фондом на базе SADT представлено в [3].

Модель системы в методологии SADT – это набор связанных иерархически диаграмм, содержащих функциональные блоки и потоки входных, управляющих и выходных данных, а также механизмы поддержки. Верхний уровень иерархии содержит две контекстные диаграммы. Каждая диаграмма нижнего уровня детализирует один из функциональных блоков родительской диаграммы.

### Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма предлагаемой интегрированной системы лесного хозяйства на уровне лесничества.

Бизнес-процесс А1 связан с редактированием количественной и топологической информации геометрических объектов. Их интегрирующая роль представлена на диаграмме тем, что они являются входными сущностями для трех оставшихся бизнес-процессов (рис. 1). Многообразие лесных участков и роль в бизнес-процессах может быть реализована с помощью следующей схемы БД (рис. 2). Наличие таблицы ВЕРШИНА позволяет с помощью средств системы управления базами данных (СУБД) разработать простой редактор координат граничных вершин лесничества, участков лесничеств и лесных кварталов – количественных данных спутникового позиционирования. Таблицы ВЕРШИНА\_УЧАСТОК, КВАРТАЛ\_ВЕРШИНА, и ВЬДЕЛ\_ВЕРШИНА предоставляют возможность редактирования топологических данных границ соответствующих лесных участков.

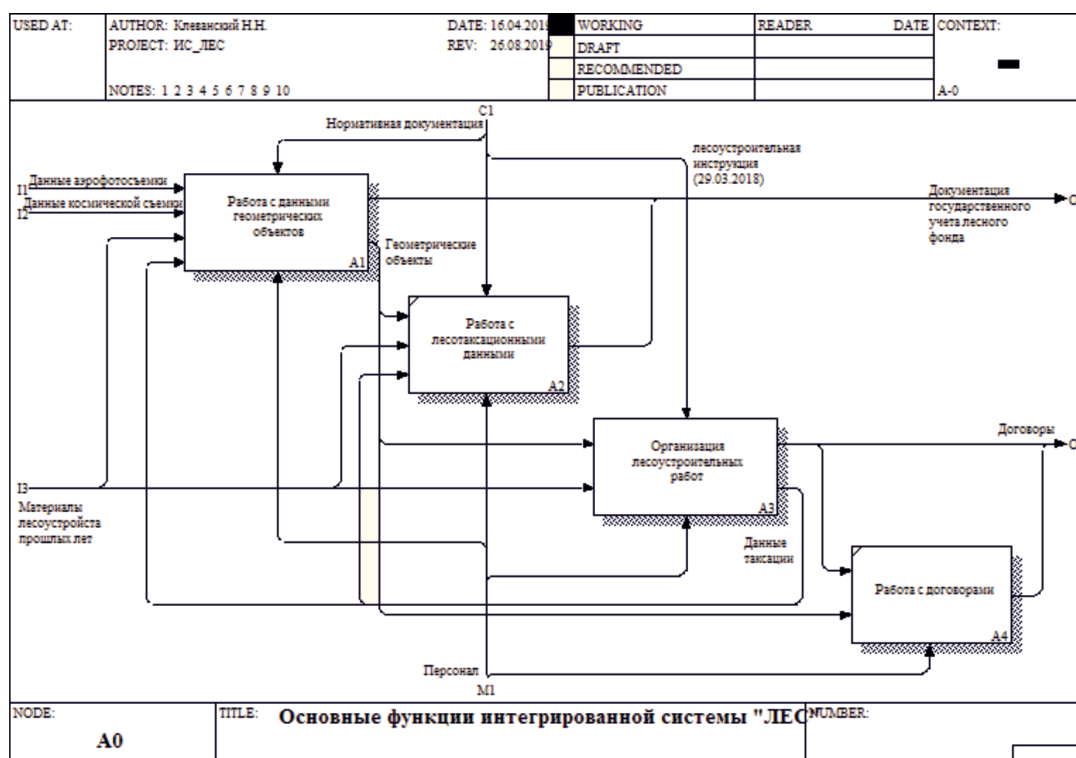


Рис. 1. Контекстная диаграмма основных бизнес-процессов интегрированной системы

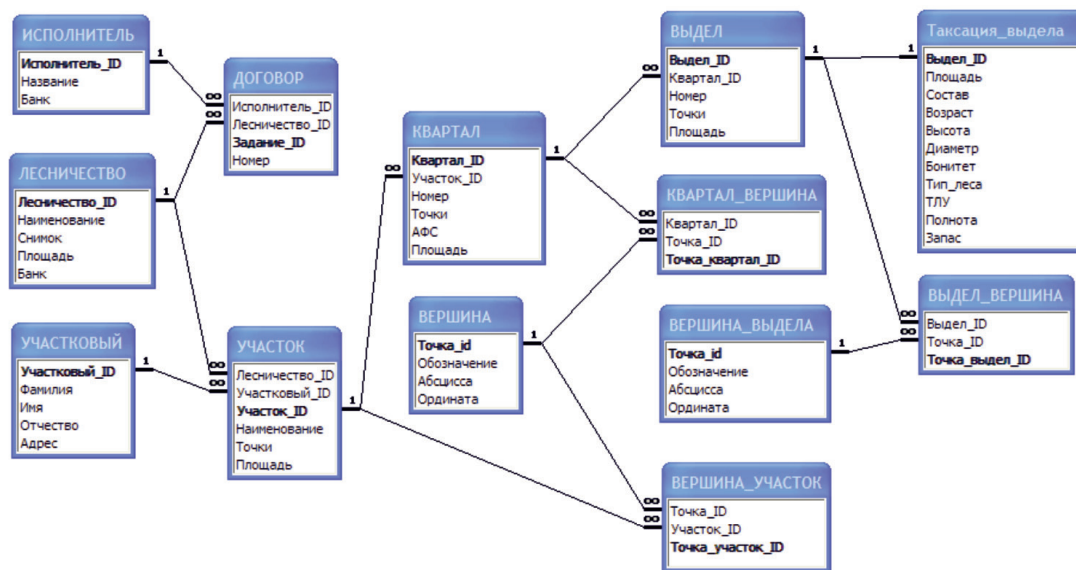


Рис. 2. Схема базы данных интегрированной системы

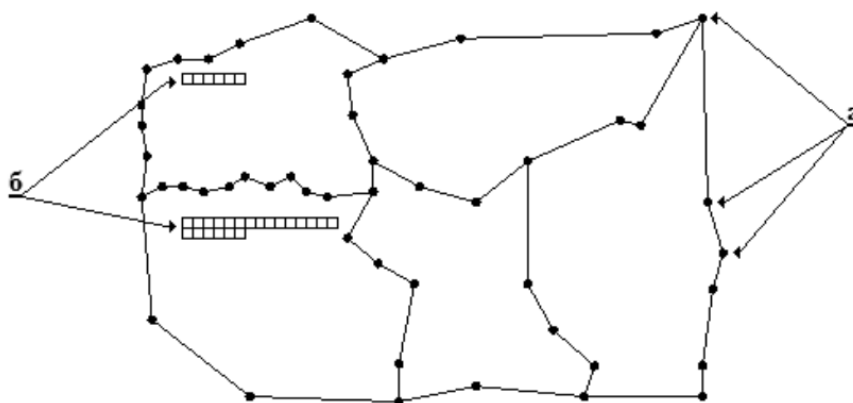


Рис. 3. Границы лесничества, участков лесничеств и лесных кварталов:  
а – граничные вершины; б – лесные кварталы.

В БД интегрированной системы находится вся информация о лесных участках: координаты граничных вершин и топологическая информация о связях между вершинами; данные таксации выделов; данные текущего состояния процесса лесоустройства. С помощью моделей данных можно осуществить визуализацию (рис. 3) и расчет площадей участков.

В соответствии с контекстной диаграммой (рис. 1) и предложенной схемой БД (рис. 2) в СУБД Access разработан макет интегрированной системы управления лесным хозяйством на уровне лесничества. Макет содержит редакторы границ лесничества, участков лесничеств и лесных

кварталов. Простота работы с этими редакторами определяется тем, что координаты граничных вершин участков известны. Некоторые результаты редактирования представлены на рис. 2.

Разработка редактора границ выделов осложняется отсутствием точной информации о координатах граничных вершин выделов выбранного квартала. Для упрощения работы пользователя с редактором граничных вершин выделов использован метод иерархической декомпозиции (рис. 4) – метод последовательной фрагментации лесных участков большой площади на участки в 100 раз меньшей площади с целью обеспечения моделирования граничных вершин выделов.

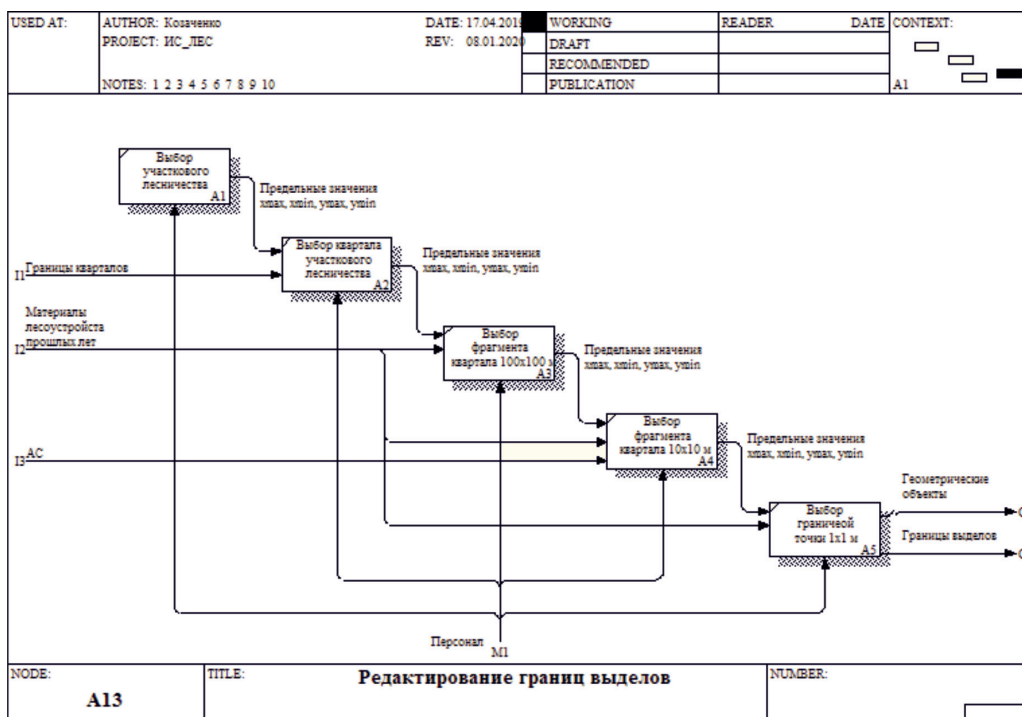


Рис. 4. Функциональная спецификация редактирования границ выделов

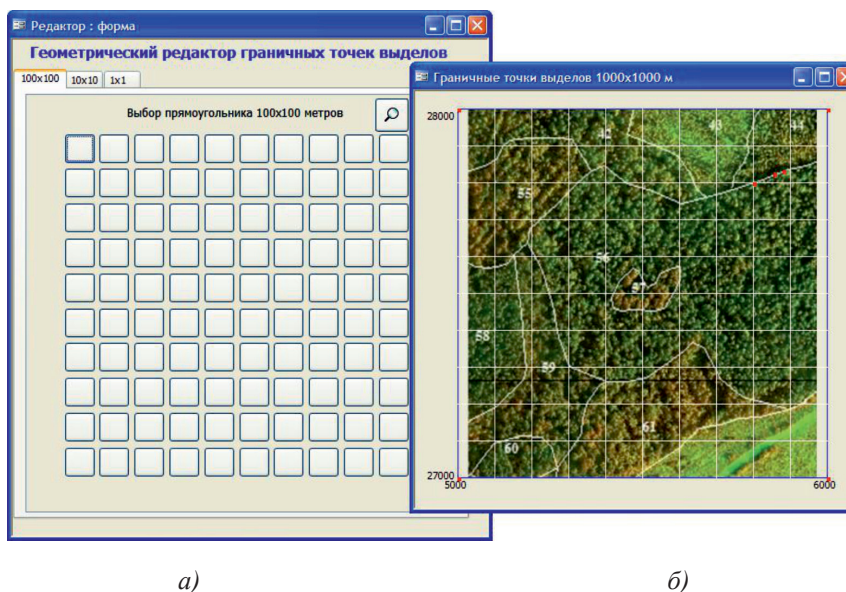


Рис. 5. Выбор фрагмента 100x100 м в выбранном квартале: а – форма интерфейса редактора; б – аэроснимок квартала с дешифровкой выделов

В центральной части формы (рис. 5) расположены 100 кнопок, моделирующих фрагменты квадрата, с которым работает редактор. Находящиеся над кнопками формы вкладки показывают размеры выбираемого редактором фрагмента. Нажатие кнопки

формы сопровождается программной генерацией экстремальных значений координат выбранного фрагмента.

Работа пользователя с редактором начинается после выбора лесного квартала (блок A2, рис. 4) и передачи в редактор экстре-

мальных значений координат квартала. Далее пользователь с помощью кнопок и вкладок единой формы интерфейса редактора (рис. 5) осуществляет переход от участка 1000x1000 м (лесной квартал) к участку 1x1м (граничная вершина выдела с точностью позиционирования 0,5 м).

Простота работы с этим редактором поддерживается использованием аэроснимков квартала с дешифрованными границами выделов. Аэроснимок, помимо дешифрованных границ выделов, визуализируется в редакторе с накладываемой на него сеткой 10x10 для облегчения выбора нужной кнопки перехода на следующий уровень размера выбираемого фрагмента квартала (рис. 5).

### Заключение

Авторы полагают, что научной новизной обладают:

1) концепция интегрированной системы управления лесным хозяйством на уровне лесничества;

2) макет редактора границ лесотаксационных выделов.

Проект интегрированной системы после соответствующей доработки может быть внедрен в практическую деятельность работников лесного хозяйства.

### Список литературы

1. Тихонов А.С., Ковязин В.Ф. Лесоводство: учебник. СПб.: Лань, 2017. 480 с.  
Tichonov A.S., Kovyazin V.F. Forestry: textbook. SPb.: Lan, 2017. 480 p. (in Russian).
2. Лесоустроительная инструкция (утверждена приказом Минприроды России от 29.03.2018 г. № 122 зарегистрировано в Минюсте России 20.04.2018 г. № 50859).  
Forest management instruction Лесоустроительная инструкция (it is approved by the order of the Ministry of the nature of Russia from 03.29.2018 № 122. от 29.03.2018 г. № 122. it is registered in the Ministry of Justice of the Russia from 04.20.2018 № 50859) (in Russian).
3. Абрамова Л.В., Феклистов П.А. Повышение эффективности управления лесным фондом средствами информационных технологий. Архангельск, 2015. 172 с.  
Abramova L.V., Feklistov P.A. Improving forest management of information technology assets. Archagelsk, 2015. 172 p. (in Russian).
4. Хорафас Д., Легг С. Конструкторские базы данных. М.: Машиностроение, 1990. 224 с.  
Chorafas D., Legg S. The Engineering Database. M.: Mashinostroyeniye, 1990. 224 p. (in Russian).
5. Чермных А.И., Годовалов Г.А. Информационные технологии в лесном хозяйстве // Успехи современного естествознания. 2018. № 10. С. 85–89.  
Chermnych A.I., Godovalov G.A. Information technologies in forestry // Advances in current natural sciences. 2018. № 10. P. 85–89 (in Russian).
6. Ващук Л.Н. Актуализация таксационной характеристики выделов после лесоустройства: проблемы и решения // Лесная таксация и лесоустройство. 2012. № 1 (47). С. 27–30.  
Vaschouk L.N. Actualization of forest inventory characteristic of plots after forest management: issues and solutions // Lesnaya taksaciya i lesostroystvo. 2012. № 1 (47). P. 27–30 (in Russian).