

УДК 630*232

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЛЕСОСИБИРСКА

© *Е.В. Горяева, канд. с.-х. наук, доц.*

А.П. Мохирев, канд. техн. наук, доц.

Лесосибирский филиал Сибирского государственного технологического университета, ул. Победы, 29, г. Лесосибирск, Красноярский край, Россия, 662543; e-mail: gor-elka@yandex.ru; ale-mokhired@yandex.ru

Современные информационные технологии значительно расширяют возможности использования информационных ресурсов в различных отраслях промышленности, в том числе и в лесном хозяйстве. Развитие информационных технологий направлено на различные виды деятельности: автоматизацию документооборота, учета и планированию; коммуникацию; управление технологией производства и др. Одними из перспективных, востребованных и интенсивно развивающихся являются географические информационные системы, применяемые в лесном хозяйстве и лесоустройстве. Особенно удачно они могут использоваться для автоматизации внесения изменений в материалы лесоустройства и оптимизации управления лесным фондом в целом. В Лесосибирском филиале Сибирского государственного технологического университета по результатам проведенных научных исследований разработана методика инвентаризации и составления электронного дендроплана насаждений на основе географических информационных систем. Методика апробирована на зеленых насаждениях г. Лесосибирска Красноярского края и может быть использована на других территориях. В процессе обследования зеленых насаждений определяли породу древесного растения, состояние, степень опасности для жителей, измеряли высоту и диаметр. Таксацию насаждений производили методом сплошного перечета деревьев. Часть этих операций проводили с помощью электронного дендрометра. Каждому дереву (группе деревьев) присваивался инвентарный номер, под которым древесное растение числилось в ведомости и на дендроплане. Одновременно с таксацией деревьев составляли полевые абрисы обследуемых участков с нанесением на них расположения осмотренных деревьев, определяли их компенсационную стоимость. Компенсационная стоимость, зависящая от породы, размеров дерева, его социально-экологической значимости, местоположения и состояния, исчисляется путем умножения количества деревьев каждой породы на компенсационную стоимость одного дерева этой породы. Результаты вносятся в электронную инвентаризационную ведомость. В процессе апробации методики сформирована инвентаризационная ведомость древесной и кустарниковой растительности и электронный дендроплан. Для каждого дерева в этих документах отражены следующие данные: инвентарный номер, высота, диаметр, состояние и отметка или рекомендация о необходимости проведения ухода или других мероприятий, компенсационная стоимость. Электронный дендроплан обеспечивает простоту и эффективность работы. На основании полученных результатов определен породный состав насаждений города, выявлены опасные, большие, старые и другие деревья, потерявшие свою экологическую и санитарно-гигиеническую эффективность. Даны рекомендации по совершенствованию зеленых зон г. Лесосибирска. Методика может использоваться

для учета, инвентаризации и управления городскими зелеными насаждениями на других городских территориях.

Ключевые слова: городские леса, ГИС-технологии, дендроплан, инвентаризация лесов.

Введение

Ведение лесного хозяйства связано с решением разнообразных задач: рациональное использование лесов, удовлетворение потребностей общества в древесине и других недревесных продуктах леса, усиление защитных свойств лесов, повышение их продуктивности, охрану их от пожаров, защиту от болезней и насекомых-вредителей, воспроизводство и умножение лесных богатств [2].

Планирование, проектирование и реализация лесохозяйственных мероприятий, а также контроль за качеством их исполнения немислимы без использования картографического материала различной тематики, точности и масштаба. Лесные и тематические карты, схемы, абрисы, планшеты являются основным продуктом лесоустройства при государственной инвентаризации лесов, в рабочей документации лесничеств, входят в состав проектов освоения лесных участков и используются отраслевой службой авиалесоохраны.

Современное лесное хозяйство широко применяет инновационные разработки, электронные ресурсы, географические информационные системы (ГИС-технологии) в области создания и редактирования картографического материала. Цифровая карта приходит на смену бумажным носителям. При использовании цифровой карты в качестве рабочего материала в нее можно вносить текущие изменения в лесном фонде.

В настоящее время в лесном хозяйстве и лесной промышленности используется множество программ от разных производителей: MapInfo, TopoL, GeoГраф/GeoDraw, ЛабМастер, WinGIS/WinMap, ArcInfo, ArcView, MapEDIT, Easy Trace, ForsGIS, AviaFireProc, ERDAS, ГИС «Лесные пожары», ГИС «Лесные ресурсы» и др. Как показывают исследования [3], проблемы внедрения информационных систем, в том числе и географических, в лесное хозяйство существуют.

В настоящее время ГИС, применяемые в лесном хозяйстве и лесоустройстве, востребованы и интенсивно развиваются. Особенно удачно они могут использоваться для автоматизации внесения изменений в материалы лесоустройства и оптимизации управления лесным фондом в целом. С точки зрения разработчиков основным направлением развития ГИС в ближайшее время будет улучшение интерфейса пользователя программ, повышение их надежности и увеличение степени автоматизации [1].

В Лесосибирском филиале Сибирского государственного технологического университета (ЛфСибГТУ) ГИС-технологии используются для создания управления лесопользованием [4, 5], а также для проведения инвентаризации зеленых насаждений г. Лесосибирска.

Лесосибирск – город краевого подчинения, приравненный к районам Крайнего Севера, образован в 1975 г. Город расположен на заболоченной местности, в 275 км севернее г. Красноярска и в 30 км от устья р. Ангары, на берегу р. Енисей. Площадь города 277 км², население – около 60 тыс. чел. Центр лесопиления и лесохимии.

Городские леса относятся к категории защитных лесов и режим пользования этими лесами должен быть строго регламентирован, за этой категорией лесов необходим постоянный уход и контроль. В г. Лесосибирске уход за городскими лесами, который заключается в основном в вырубке опасных деревьев, проводится жилищно-коммунальными службами. Не определена четкая ведомственная принадлежность городских лесов, отсутствует система инвентаризации зеленых насаждений и контроля за их состоянием и сохранностью (незаконные рубки, нанесение вреда, повреждения, таксационное описание древесной и кустарниковой растительности).

В связи с этим при поддержке отдела архитектуры и градостроительства администрации г. Лесосибирска в ЛфСибГТУ создана и апробирована методика инвентаризации городских зеленых зон, создан электронный дендроплан древесно-кустарниковой растительности г. Лесосибирска с использованием ГИС-технологий.

Материалы и методы исследований

При обследовании определяли породу (вид) древесного растения, состояние, степень опасности для здоровья и жизни жителей, измеряли высоту и диаметр деревьев. Таксацию насаждений проводили методом сплошного пересчета деревьев. Часть этих операций выполнена электронным дендрометром.

Определение вида деревьев и кустарников не предполагало уточнение их рода, так как для выполнения поставленных в работе задач (например, определение компенсационной стоимости) этого не требуется.

Каждому дереву (группе деревьев) присваивался инвентарный номер, под которым древесное растение числилось в ведомости и на дендроплане.

Результаты вносили в электронную инвентаризационную ведомость, созданную на базе программы «Microsoft Excel».

Одновременно с таксацией деревьев составляли полевые абрисы обследуемых участков с нанесением на них расположения осмотренных деревьев. В последствие эти данные переносили на дендроплан.

Компенсационную стоимость древесной и кустарниковой растительности определяли в зависимости от породы, размеров дерева, его социально-экологической значимости, местоположения и состояния [6, 7]. Компенсационную стоимость насаждений вычисляли, как для отдельно растущей древесной растительности, путем умножения количества деревьев каждой породы на компенсационную стоимость одного дерева этой породы.

Экспериментальная часть

Результатами проделанной работы являются инвентаризационная ведомость древесной и кустарниковой растительности, электронный дендроплан, таксационные характеристики городских лесов и анализ их состояния.

Инвентаризационная ведомость составлена в среде Excel (рис. 1). Для каждого дерева в ней отражены следующие данные: инвентарный номер, порода (вид), высота, диаметр, состояние и отметка или рекомендация о необходимости проведения ухода или др. мероприятий. Желтой заливкой отмечены кустарники, красной – деревья, требующие срочной рубки по состоянию, синей – опасные деревья, расположенные близко к домам или линиям электропередач.

| Инвентарный номер | Наименование породы | Кол-во в шт. Дре-вьев | Кустар-ников | Диаметр, см | Возраст | Высота, м | Характеристика состояния зеленых насаждений | Заключе-ние | Компенса-ционная стоимость | Расположение на карте |
|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------|-------------|---------|------------|---|-------------|----------------------------|-----------------------|
| 1 | Береза | 1 | | 16,5 | | 11 | | | 12453,50 | |
| 2 | Береза | 2 | | 22,22 | | 13,5 | На проводах | Обрезать | 27228,00 | |
| 3 | Тополь | 5 | | 20 | | 13 | | | 24840,00 | |
| 4 | Береза | 1 | | 20 | | 12 | | | 13614,00 | |
| 5 | Береза | 1 | | 22 | | 12 | | | 13614,00 | |
| 6 | Тополь | 2 | | 42,5; 40 | | 17; 18 | Большое | | 24459,00 | |
| 7 | Тополь | 1 | | 26 | | 12 | | | 6168,00 | |
| 8 | Тополь | 2 | | 22; 20 | | 8; 8 | | | 4968,00 | |
| 9 | Береза | 1 | | 25 | | 13 | Рядом с проводами | Выпилить | 13614,00 | |
| 10 | Береза | 3 | | 24,5; 23; | | 13; 12; 12 | | | 44334,00 | |
| 11 | Черемуха | 4 | | | | | | | | |
| 12 | Береза | 1 | | 23 | | 11 | | | 14778,00 | |
| 13 | Береза | 1 | | 31 | | 13 | | | 17823,00 | |
| 14 | Береза | 1 | | 22 | | 12 | | | 13614,00 | |
| 15 | Тополь | 1 | | 28 | | 14 | Слабая форма | Выпилить | 9359,00 | |
| 16 | Тополь | 1 | | 22 | | 14 | Волге проводов | Обрезать | 4968,00 | |
| 17 | Тополь | 2 | | 39, 43,5 | | 17, 18 | Волге проводов | Обрезать | 24459,00 | |

Рис. 1. Инвентаризационная ведомость

Электронный дендроплан (рис. 2) составлялся в среде «ГИС Карта 2011» КБ «Панорама» и накладывается отдельным слоем на растровую карту города. Каждому дереву или группе деревьев присваиваются характеристики, полученные в результате проведенных полевых исследований, которые заносятся в информационный блок данных. Базой данных при этом является инвентаризационная ведомость.

Электронный дендроплан прост, удобен и эффективен в работе, так как при наведении на точку (дерево) или насаждение в появляющемся окне отражается вся информация, имеющаяся в инвентарной ведомости.

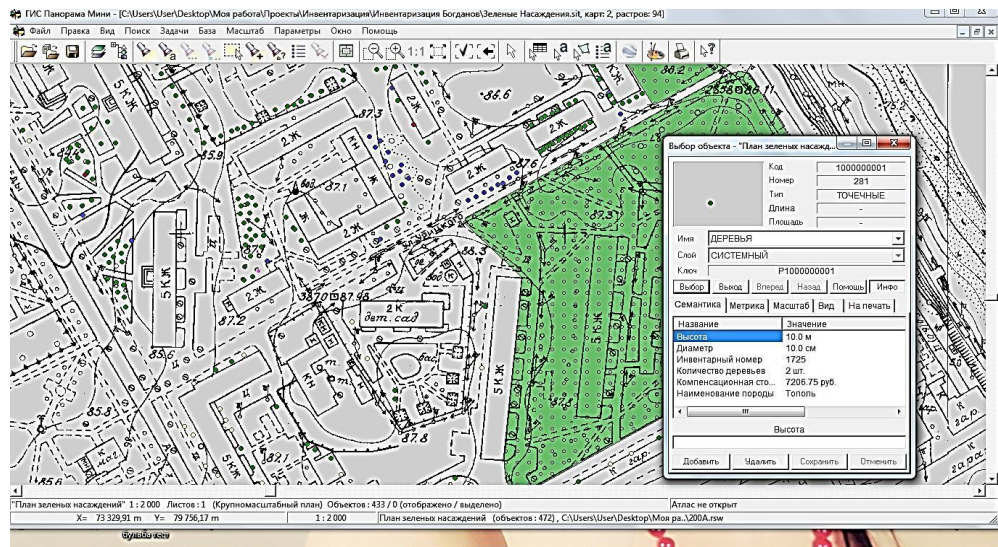


Рис. 2. Электронный дендроплан

Результаты и их обсуждение

Система зеленых насаждений города – это взаимосвязанное равномерное размещение городских насаждений, определяемое сложившейся системой развития, предусматривающее связь с загородными насаждениями. Зеленые массивы того или иного функционального назначения являются органической частью города как в границах застройки, так и за ее пределами.

Зеленые насаждения в городе улучшают микроклимат городской территории, создают хорошие условия для отдыха на открытом воздухе, предохраняют от чрезмерного перегревания почву, стены зданий и тротуары. Город Лесосибирск является промышленным экологически не безопасным городом, поэтому система логически правильно расположенных зеленых насаждений в городе необходима.

Породный состав обследованных насаждений древесной и кустарниковой растительности представлен на рис. 3, 4.

Диаграмма (рис. 3) показывает, что большую часть зеленой зоны занимают лиственные породы: березы пушистая (*Bétula pubéscens*) и лая (*Bétula péndula*) – 53 %; тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) – 31 %. Из хвойных пород преобладают: сосна обыкновенная (*Pínus sylvéstris*) – 2 %, ель сибирская (*Píceа obováta*), пихта сибирская (*Ábies sibírica*), лиственница сибирская (*Lárix sibírica*) и сосна кедровая (*Pínus sibírica*) составляют по 1 % от общего состава зеленой зоны.

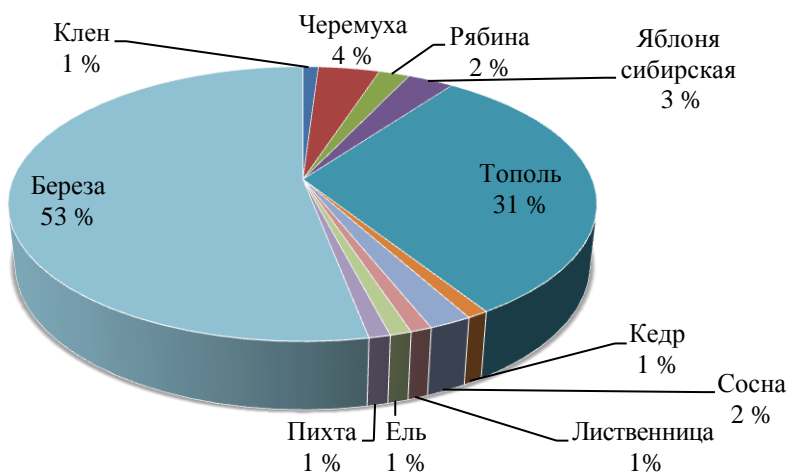


Рис. 3. Породный состав древесной растительности южной части города

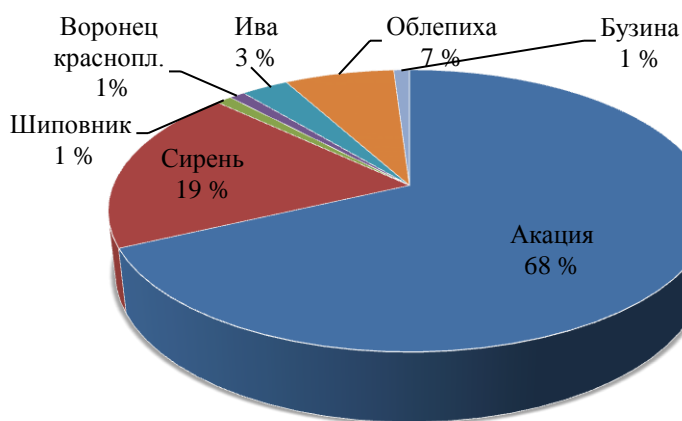


Рис. 4. Видовой состав кустарниковой растительности южной части города

Анализ породного состава кустарниковой растительности (рис. 4) показал, что из кустарников преобладают акация желтая (*Caragana arborescens* Lam.) – 68 %, сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*) составляет 19 %, облепиха (*Hippophaë* L.) – 7 %. Расположение кустарниковой растительности не равномерное: акация произрастает группами, сирень высажена единично и полосами.

При озеленении города не использовали планомерное проектирование. Большая часть древесной и кустарниковой растительности возникла естественным путем. Интродуцентами являются тополь, клен, акация, сирень и облепиха.

Деревья, растущие вблизи жилых домов и линий электропередач, могут представлять опасность для жителей города и требуют рубки или обрезки. Нами был произведен анализ состояния деревьев зеленой зоны.

К категории «деревья, требующие срочной рубки» отнесены 2 % больных, усыхающих, угнетенных, сухостойных и старых деревьев.

К категории «опасные деревья» отнесены 3 % древесных растений, представляющих угрозу жизни и здоровью местного населения или угрозу повреждения линий электропередач, городских строений и сооружений. Тополя, подвергнутые неоднократной обрезке, отличаются деградацией и кризисной ствола.

При обследовании деревьев зеленой зоны измеряли их высоту (H) и диаметр (D). Средние размеры деревьев по породам: береза – $H = 20,1$ м, $D = 20$ см; тополь – $H = 17,0$ м и 33 см; черемуха – 12,0 м и 7 см; сосна – 15,0 м и 9 см; рябина – 8,0 м и 8 см; лиственница – 20,0 м и 15 см; ель – 12,0 м и 6 см.

Исходя из размеров деревьев по таблицам хода роста нами выявлено, что деревья березы, тополя, черемухи и рябины находятся в возрасте естественной спелости и в ближайшие 10–20 лет их необходимо удалить и заменить новыми древесными растениями.

Заключение

В г. Лесосибирске отсутствует система планового проектирования озеленения, которая должна проводиться по специальным нормам и правилам с тщательным подбором состава древесно-кустарниковой растительности и способа озеленения. Большая часть древесно-кустарниковой растительности, находящейся в возрасте естественной спелости, требует замены на более молодые, продуктивные насаждения. Состав кустарниковой растительности разнообразен, но в количественном отношении преобладает акация. Кустарники произрастают естественным образом, но их эстетический вид и санитарно-гигиеническое состояние в большинстве случаев неудовлетворительное.

В городе необходимо создание системы мониторинга за состоянием зеленой зоны. Для этого следует использовать электронные карты, географические информационные системы.

Необходимо проводить ландшафтные рубки и регулярный уход за древесной и кустарниковой растительностью в целях удаления опасных, больных, старых деревьев; осуществлять мероприятия по целевому проектированию озеленения города; использовать закономерности построения ландшафтно-архитектурных композиций (перспектива, ритм, масштабность и др.) и применять их на стадии проектирования элементов озеленения, чтобы зеленые насаждения органично сочетались с архитектурой и эстетикой города, создавали его неповторимый облик.

Рекомендуется введение новых интродуцированных видов и декоративных форм и сортов древесных растений в озеленение общественно-значимых мест города.

При проектировании озеленения санитарно-защитных зон промышленных предприятий следует отдавать предпочтение созданию смешанных древесно-кустарниковых насаждений, обладающих большой биологической устойчивостью и более высокими декоративными свойствами по сравнению с однопородными посадками. При этом не менее 50 % общего числа высаживаемых деревьев должна занимать главная древесная порода, обладающая наибольшей санитарно-гигиенической эффективностью, жизнеспособностью в данных почвенно-климатических условиях и устойчивостью по отношению к выбросам промпредприятий. К таким породам относятся тополь и сирень, остальные являются дополнительными, способствующими лучшему росту главной породы, например, береза, пихта и сосна. Менее устойчивые породы, но дающие большой эффект в очистке воздуха, размещаются внутри массива под прикрытием опушечных посадок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Блохин Д.Ю.* ГИС-технологии в лесном хозяйстве и лесной промышленности // VII Междунар. науч.-техн. конф. «Лес-2006». Режим доступа: <http://science-bsea.bgita.ru/>.
2. Лесной кодекс РФ. Принят ГД ФС РФ 08.11.2006 г. М.: Проспект, КноРус, 2010. 48 с.
3. *Мохирев А.П., Горяева Е.В., Дрягин В.В.* Проблемы внедрения информационных систем в управление лесопользованием // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. Вып. 33. Брянск: БГИТА, 2012. С. 22–25.
4. *Мохирев А.П., Дрягин В.В.* Экономическая оценка лесосеки с помощью ГИС // Экономика и эффективность организации производства: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. 2011 г. Брянск: БГИТА, 2011. С. 42–45.
5. *Мохирев А.П., Егармин П.А.* Географическая информационная система планирования оптимального освоения лесного фонда // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 12. С. 172–176.
6. Об утверждении порядка сноса зеленых насаждений на территории г. Красноярска (вместе с «Методикой определения восстановительной стоимости зеленых насаждений в случае их вынужденного сноса или повреждения»): постановление администрации г. Красноярска от 21.06.2006 № 535 (ред. от 27.04.2007).
7. Об утверждении методики оценки стоимости зеленых насаждений и исчисления размера ущерба и убытков, вызываемых их повреждением и (или) уничтожением на территории Москвы: постановления правительства Москвы от 08.04.2003 № 228-ПП и от 29.07.2003 № 616-ПП.

Поступила 11.03.14

UDC 630*232

**Inventory of Green Planting Using Geographic Information Systems Technology
by the Example of Lesosibirsk**

E.V. Goryaeva, Candidate of Agriculture, Associate Professor

A.P. Mokhiev, Candidate of Engineering, Associate Professor

Lesosibirsky Branch of the Siberian State Technological University, Pobedy, 29, Lesosibirsk, Krasnoyarsk territory, 662543, Russia; e-mail: gor-elka@yandex.ru, ale-mokhiev@yandex.ru

Modern information technologies greatly expand the use of information resources in various industries, including forestry. Development of information technologies is directed at a variety of activities workflow, planning and accounting, communication, management and production technology, and others. One of the most promising are geographic information systems. Currently geographic information systems, used in forestry and forest management, are demanded and they develop intensively. Particularly successful they can be used to automate changes in forest inventory materials and optimizing the management of the forest fund as a whole. In Lesosibirsk branch of Siberian State Technological University on the results of research a technique of an electronic inventory and planting crops on the basis of geographic information systems are developed. The method was tested on the green areas of Lesosibirsk in Krasnoyarsk territory and can be used in other areas. During the examination of green planting woody plant species, condition, degree of danger to residents are defined, height and diameter of trees are measured. Valuation of planting is made by continuous tally of trees. Some of these transactions are conducted by electronically dendrometer. Each tree (group of trees) is assigned an identification number under which the woody plant is listed in the statements and dendroplan. Simultaneously with the valuation field contours of inspected areas are composed with drawing on them the location of the examined trees, and their compensatory cost is determined. Compensatory cost depends on the breed, the size of the tree, its socio-ecological significance, location and condition. Compensatory cost of planting is calculated as separately growing woody vegetation, by multiplication the number of trees of each breed on compensatory cost of one tree of this breed. The results are entered into the electronic inventory. In the process of approbation of techniques was formed inventory of wood and shrub vegetation and electronic dendroplan. For each tree they reflect the following: inventory number, height, diameter, condition and mark or recommendation on the need for maintenance or other activities, compensatory cost. Electronic dendroplan provides simplicity and efficiency. Based on the results has been determined the species composition of plants of the city, have been revealed dangerous, sick, old and other trees, losted their ecological and sanitary-hygienic efficiency. Recommendations on the improvement of green areas of Lesosibirsk have been given. Technique can be used for accounting, inventory and management of urban green planting in other urban areas.

Keywords: amenity forests, geographic information systems technology, dendroplan, forest inventory.

REFERENCES

1. Blokhin D. Yu. Gis-tehnologii v lesnom khozyaystve i lesnoy promyshlennosti [Gis-Technologies in Forestry and Forest Industry]. "Les-2006" VII Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija ["Forest-2006". Proc. VII Int. Sci.Tech. Conf.]. Available at:<http://science-bsea.bgita.ru/>
2. *Forest Code of Russian Federation: Federal Law of 08.11.2006* (in Russian).

3. Mokhirev A.P., Goryaeva E.V., Dryagin V.V. Problemy vnedreniya informatsionnykh sistem v upravlenie lesopol'zovaniem [Problems of Introduction of Information Systems in Forest Management]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Topical Problems of Forest Complex. Collected Papers of Proc.of Int. Sci.Tech.Conf.]. Bryansk, 2012, vol. 33, pp. 22–25.

4. Mokhirev A.P., Dryagin V.V. Ekonomicheskaya otsenka leseki s pomoshch'yu GIS [Economic Evaluation of the Logging Area Using GIS]. *Ekonomika i effektivnost' organizatsii proizvodstva. Sbornik nauchnykh trudov* [Economic and Efficiency of Manufacture Organization. Collected Papers]. Bryansk, 2011, pp. 42–45.

5. Mokhirev A.P., Egarmin P.A. Geograficheskaya informatsionnaya sistema planirovaniya optimal'nogo osvoeniya lesnogo fonda [Geographic Information System of Planning Optimal Use of Forest Fund]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. Bratsk, 2011, no. 12, pp. 172–176.

6. *On Approval of the Demolition Order of Green Plantations on the Territory of Krasnoyarsk: Enactment of Krasnoyarsk Administration of 21.06.2006, no. 535* (In Russian)

7. *On approval of Methodology of Cost Estimation of Green Plantations and Calculation of Damages and Losses Caused Their Damage and / or Destruction on the Territory of Moscow: Enactments of Moscow government of 08.04.2003, no. 228-PP, of 29.07.2003, no. 616-PP* (In Russian)

Received on March, 11, 2014