

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2022, №1 Том 9 / 2022, No 1, Vol 9 <https://resources.today/issue-1-2022.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/04ITOR122.pdf>

DOI: 10.15862/04ITOR122 (<https://doi.org/10.15862/04ITOR122>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Миронова, Ю. Н. Использование геоинформационных систем в лесном хозяйстве и лесной промышленности / Ю. Н. Миронова // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 1. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/04ITOR122.pdf> DOI: 10.15862/04ITOR122

For citation:

Mironova Yu.N. The use of geoinformation systems in forestry and forestry industry. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 9(1): 04ITOR122. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/04ITOR122.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/04ITOR122

Миронова Юлия Николаевна

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Елабужский институт, Елабуга, Россия

Доцент кафедры «Математики и прикладной информатики»

Кандидат физико-математических наук

E-mail: mironovajn@mail.ru

Использование геоинформационных систем в лесном хозяйстве и лесной промышленности

Аннотация. В статье рассмотрены аспекты применения геоинформационных систем в лесном хозяйстве. Разумное использование, сохранение и восстановление лесов в современном мире становится все более сложной актуальной задачей. Лесное хозяйство требует повышения качества управления и мониторинга лесных ресурсов, улучшения восприятия геоинформации в доступном для пользователя виде. По мере роста потребностей в природных ресурсах, становится настоятельно необходимым, чтобы планы управления природными ресурсами были более понятными, более динамичными, доступными для общественности, и учитывали многие ценности, связанные с лесом, землей и обществом. Например, ГИС ARC/INFO идеально подходит для управления лесным хозяйством. Программное обеспечение ARC/INFO является мощным набором программных средств для создания и редактирования географических баз данных, для целей пространственного анализа, поиска, представления и управления данными. Планирование управления лесами включает составление прогнозов того, как будет выглядеть лес в результате тех или иных способов управления. Важно также дистанционное зондирование и оценка первичных ресурсов лесов. Чтобы практически использовать этот ценный источник информации, данные спутниковых изображений должны получить географическую привязку, должны быть откорректированы с учетом рельефа и связаны с такой технологической инфраструктурой как ГИС. С помощью интегрированной ГИС потребности всех лиц, связанных с лесным хозяйством, будут удовлетворены за счет общего и разделяемого доступа к объективной информации. Таким образом, можно отметить, что в последнее время идет активная интеграция геоинформационных систем и лесного хозяйства, что приносит большую пользу как первой, так и второй науке.

Ключевые слова: геоинформационная система; лесное хозяйство; лесозаготовка; кадастр; индустрия; инфограммы; вегетационный индекс

Введение (актуальность)

Разумное использование, сохранение и восстановление лесов в современном мире становится все более сложной и, в то же время, не терпящей отлагательства задачей.

Программное обеспечение в географических информационных системах (ГИС) [1], дает возможность людям, занимающимся лесным хозяйством, легко интегрировать и использовать имеющиеся источники табличной и картографической информации для повышения качества принимаемых решений. Лесное хозяйство требует повышения качества управления и мониторинга лесных ресурсов, улучшения восприятия геоинформации в доступном для пользователя виде. Таким образом, тема исследования является актуальной в настоящее время.

Геоинформационные системы используются в различных областях деятельности. Это отражено в работах как российских авторов [2–6], так и в зарубежных изданиях [7–8]. Автором статьи также были опубликованы работы данной тематики [9–12].

Методы

В работе использовались материалы из открытых источников: научных изданий [3; 4], статей по геоинформатике российских авторов [1; 2; 5; 13–17], работ автора по данной тематике [9–12], а также работ зарубежных авторов [7; 8]. Применялись такие методы, как анализ и сопоставление данных из различных источников, в том числе из интернет-ресурсов¹, и руководства оператора программного изделия².

Результаты

Управление лесными ресурсами является сложной информационной проблемой. Используя интегрированную ГИС, мы можем удовлетворить информационные потребности всех лиц, связанных с лесным хозяйством, за счет общего и разделяемого доступа к объективной информации. ГИС дает работникам лесного хозяйства мощное средство для стабильного развития и интегрированного управления лесами. Лесоводство было одной из первых отраслей, применивших ГИС. Результатом явилось массовое применение технологии ГИС в решении многих текущих и стратегических задач этой отрасли народного хозяйства.

Например, для управления лесным хозяйством используется такая геоинформационная система, как ГИС ARC/INFO. Программное обеспечение ARC/INFO является мощным набором программных средств для создания и редактирования пространственных и атрибутивных баз данных, для пространственного анализа, поиска, представления и управления данными. Эти средства могут использоваться для поддержки разнообразных функций управления лесными ресурсами, таких как [1]:

¹ Геопортал «Инфраструктура пространственных данных РФ». URL: <http://nsdi.ru/geoportal/>; Геопортал Космоснимки.ру компании СканЭКС. URL: <http://www.kosmosnimki.ru>; Геопортал Роскосмоса. URL: <http://geoportal.ntsomz.ru>; Геопортал GOOGLE EARTH. URL: <http://maps.google.com>; Интернет-ресурс компании «2ГИС». URL: <http://info.2gis.ru/>; Интернет-ресурс КБ «Панорама». URL: <http://www.gisinfo.ru>; Материалы сайта Дата плюс, URL: <http://www.dataplus.ru/>.

² Программное изделие «Комплекс анализа мультиспектральных снимков». Руководство оператора ПАРБ.00093-01 34 01. — URL: <https://gistoolkit.ru/download/doc/multispectraldoc.pdf> (дата обращения: 02.03.2022).

- разработка долговременной стратегии поставок древесины, прогнозы запасов древесины;
- выбор системы лесозаготовки, расчет строительства дорог с минимальными затратами;
- решение споров относительно границ собственности лесных участков;
- моделирование сценариев распространения лесных пожаров;
- осуществление тактического планирования по подавлению пожаров;
- и многое другое.

Некоторые из свойств геоинформационной системы ARC/INFO состоят в следующем:

- Интегрированное управление табличными и географическими данными.
- Векторная топология и растровые модели данных.
- Интеграция многих сред (например, растровых и векторных изображений).
- Взаимосвязь с системами спутниковой привязки (GPS).
- Автоматическое картирование, составление отчетов и анализ.
- Функции надежной безопасности баз данных.

Эти свойства делают ARC/INFO одним из лидеров ГИС в решении задач лесоводческой отрасли.

Многие лесоводческие организации активно применяют программное обеспечение ARC/INFO в своей деятельности. В условиях ведения интенсивного лесного хозяйства становится настоятельно необходимым, чтобы планы управления природными ресурсами были более понятными, более динамичными, доступными для общественности, и учитывали многие параметры, связанные с лесом, землей и обществом.

Нормирование размера лесопользования включает составление прогнозов того, как будет выглядеть лес в результате тех или иных способов управления.

Активным пользователем ГИС технологий также является отраслевая служба авиалесоохраны [2]. Эта служба предназначена для охраны лесов от пожаров. Специфика решаемой этой службой задач картографирования состоит в оперативности получения материалов и принятия решений, для чего ГИС очень эффективны.

Возможность данного анализа является решающей практически для прогноза управления, особенно в области долгосрочных оценок продукции древесины и естественных местообитаний. Прогнозирование включает применение стратегии управления — обычно в виде математической модели — к лесным кадастрам и проектирование результата действия стратегии на лес и другие земельные объекты в будущем. Это означает, что геоинформационные системы лесного хозяйства должны не только описывать текущее состояние леса, но и уметь работать с динамикой освоения лесов и изменениями обширных ландшафтных областей, как на коротком, так и на длинном отрезке времени. Для этого можно использовать различные геоинформационные системы. Геоинформационное программное обеспечение может играть ключевую роль в решении этой прикладной задачи. Например, ГИС ARC/INFO связывает пространственную базу данных с моделями планирования лесного хозяйства, предоставляя визуальный контроль пользователю через графический интерфейс. Конечный пользователь может без труда просматривать базы данных, устанавливать параметры модели, наблюдать за результатами вычислений. ARC/INFO дает эффективную

возможность добавлять важные параметры, как временные, так и пространственные, в процессе планирования управления, делать соответствующие запросы. В зависимости от введенных условий, имеется возможность наблюдать, как может выглядеть лес в будущем через 5, 10, 25 или 100 лет.

Топологически структурированная база данных программного обеспечения ARC/INFO дает возможность для пространственного моделирования лесов. Пространственные модели лесов используют как абсолютные, так и относительные географические привязки лесных массивов в проектировании лесозаготовок как части процесса планирования лесного хозяйства. Так как учитывается размещение отдельных лесонасаждений, можно создавать графики лесозаготовок и будущие участки, которые легко преобразовать в карты. Одновременно с этим относительная географическая привязка дает возможность учесть экономические и естественно-природные особенности данного района.

В работе [13] описана геоинформационная система (ГИС) для работы с пространственно-распределенной информацией, которая в свою очередь обеспечивает сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Помимо этого, данная геоинформационная система хранит в себе сведения о пространственных выраженных объектах в цифровых, векторных, растровых и других формах представлений. В статье [13] рассматриваются основные аспекты применения информационных технологий в области лесного хозяйства.

В статье [14] предлагается специализированная геоинформационная система для применения в лесном хозяйстве. Её отличительной особенностью является использование модуля обработки данных, включённого в состав ГИС. Одной из перспективных технологий представления геопространственной информации являются инфограммы, отображающие оценку анализируемой территории. Для такого способа отображения требуется специализированный интерфейс, технологии обработки, интерпретации данных, включенные в состав программы.

В статье [16] рассмотрены процессы создания электронных карт для непрерывной оценки лесных насаждений Бахчисарайского района Республики Крым и для их мониторинга. Создан ГИС-проект (ESRI ArcGis 9.3) и слои информации: слой границы Бахчисарайского района; слой земель, покрытых лесными насаждениями; слой классификации лесных насаждений по видам древесной растительности. Авторами данной работы выявлено, что происходит сокращение общей площади земель, занятых лесными насаждениями. Так, в 2015 г. площадь земель лесного фонда сократилась на 1,55 %, а в 2016 г. — 2,31 % в сравнении с 2014 г.

В работе [17] рассмотрено моделирование прироста леса в геоинформационной системе «Лесные ресурсы». С целью увеличения достоверности были использованы для анализа данные выборочной лесоинвентаризации Гродненской области, которые включают большое количество материала. Обработка опытных данных, построение графиков связи и оценка коэффициентов регрессионных уравнений связи таксационных показателей древостоев проводились статистическими методами. Для расчета показателей прироста по запасу сосновых древостоев была построена математическая модель, которая была применена в ГИС «Лесные ресурсы».

Важно также дистанционное зондирование и оценка первичных ресурсов лесов. Чтобы практически использовать этот ценный источник информации, данные спутниковых изображений должны получить географическую привязку, должны быть откорректированы с учетом рельефа и связаны с такой технологической инфраструктурой как ГИС. Эти требования теперь выполняются, что способствует развитию новых направлений картирования и управления в лесоводстве. Большое значение в этой связи имеет дешифрование космических

снимков местности с помощью геоинформационных технологий, а также различные методы классификации, без которых невозможна работа с картографическим материалом.

В состав программного обеспечения автоматизированной обработки аэрокосмических снимков обычно входят несколько алгоритмов классификации. Применение того или иного алгоритма определяется наличием начальной информации, качеством снимка, решаемой задачей и другими причинами.

Например, на сайте КБ «Панорама» www.gisinfo.ru предлагается программный продукт «Комплекс анализа мультиспектральных снимков», который предназначен для вычисления статистики по каналам и настройки отображаемых каналов мультиспектрального снимка³. Задачи комплекса позволяют изучить характеристики снимка (спектральные свойства, гистограмма) и выбрать параметры для отображения отдельных каналов или их комбинации в виде, обеспечивающем выявление дешифровочных признаков объектов и оцифровку их контуров. Исследуется вегетационный индекс — показатель, вычисляемый по значениям яркости в разных спектральных диапазонах, характеризующий состояние растительности. Обычно для оценки растительности используют красный и инфракрасный каналы, по причине особенностей отражения света хлорофиллом в этих диапазонах. Вычисленный индекс отображается цветом из палитры. Кроме оценки вегетационной активности растительности отображение вегетационных индексов с предварительно настроенной палитрой позволяет улучшить дешифровочные свойства мультиспектрального снимка. Для настройки палитры отображения используется тот факт, что различные типы поверхности имеют разные значения вегетационного индекса².

Обсуждение

Таким образом, можно отметить, что в последнее время идет активная интеграция геоинформационных систем и лесного хозяйства, что приносит большую пользу как первой, так и второй науке.

При рассмотрении реальных объектов часто используются математические методы. На основании изучения признаков объекта математическая модель получает некоторые параметры. Изменяя эти параметры произвольным образом, мы получаем изменение смоделированного объекта. Сравнивая полученные результаты с реальными, мы можем улучшить модель, а также прогнозировать дальнейшие изменения нашего объекта.

Для геоинформационных объектов удобно эти параметры визуализировать, то есть показать графически на карте или на виртуальной 3D-модели местности. Так, например, можно показать изменение погодных условий, классификации лесных насаждений по видам древесной растительности, полученных с помощью математических моделей. Также имеется возможность прогнозирования лесных пожаров, которые в последние годы становятся настоящим стихийным бедствием на наших лесных территориях. Предотвращение стихийных бедствий должно стать одним из важных факторов развития лесного хозяйства.

Наиболее приемлемы в расчетах математические модели в виде формул. Выявление закономерных связей текущего процесса и выражение их в виде уравнений необходимы для познания и обобщения свойств текущего прироста, а также для облегчения текущих работ.

Можно проанализировать изменения, произошедшие за большой срок (например, год или несколько лет), уточнить соответствующие математические модели, и показать визуально

³ Интернет-ресурс КБ «Панорама». URL: <http://www.gisinfo.ru>.

эти изменения (в виде видеофильма или ряда графических изображений). Такая форма отображения информации более привычна для человека, чем оперирование цифрами.

В дальнейшем, в связи с быстрым развитием компьютерной техники, космической области и пр., ожидается еще большая скорость развития геоинформатики и лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев А.В. Лес и ГИС // Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/8338> (дата обращения: 02.03.2022).
2. Блохин Д.Ю. ГИС-технологии в лесном хозяйстве и лесной промышленности // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 13. С. 14–16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-tehnologii-v-lesnom-hozyaystve-i-lesnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 02.03.2022).
3. Вуколова И.А. Геоинформатика в лесном хозяйстве. М.: ВНИИЛМ, 2002 — 216 с.
4. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. — Москва: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. — 272 с.
5. Булгаков С.В. Основы геоинформационного моделирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 3. С. 77–80.
6. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Технология построения и анализа топологических структур для геоинформационных систем и систем автоматизированного проектирования // Вестник Томского государственного университета. 2002. № 275. с. 60–63.
7. Jing Zhang, Jia Zhang, Xiangyang Du, Kang Hou, Minjuan Qiao An overview of ecological monitoring based on geographic information system (GIS) and remote sensing (RS) technology in China // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 94. 2017. 012056 DOI: 10.1088/1755-1315/94/1/012056.
8. Lubis M.Z., Taki H.M., Anurogo W., Pamungkas D.S., Wicaksono P., Aprilliyanti T. Mapping the Distribution of Potential Land Drought in Batam Island Using the Integration of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 98. 2017. 012012 DOI: 10.1088/1755-1315/98/1/012012.
9. Mironova Yu.N. The Classification of GIS Objects // Journal of Physics: Conference Series. 2021. 2096(1), 012002 doi: 10.1088/1742-6596/2096/1/012002 URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85121487019&doi=10.1088%2f1742-6596%2f2096%2f1%2f012002&origin=inward&txGid=b6b4d65807266055ed3f5c41fab22d59>.
10. Mironova Yu.N. Mathematical Methods in Geoinformatics // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon) (6–9 Oct. 2020, Vladivostok, Russia) URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9271594> DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271594.

11. Mironova Yu.N., The Use of Mathematical Logic in the Automated Decoding of Images // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. — 2019. — Art. № 8933838. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8933838>.
12. Mironova Yu.N. Use of fuzzy sets in modeling of GIS objects // International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 / Journal of Physics: Conference Series. 1015 (2018) 032094. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032094>.
13. Анисимова А.Л. Информационные системы в лесном хозяйстве // В сборнике: CXI Международные научные чтения (памяти Г.А. Тихова) сборник статей Международной научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 6–10. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45786549&selid=45786767>.
14. Вагизов М.Р., Истомин Е.П., Колбина О.Н., Яготинцева Н.В., Морщикина А.Е., Конжголадзе К.В. Разработка интеллектуальной геоинформационной системы для отрасли лесного хозяйства // Геоинформатика. 2021. № 3. С. 4–13.
15. Филина Я.А., Дунаева Е.А. Анализ динамики лесных насаждений Бахчисарайского района Республики Крым с использованием спутниковой информации // В сборнике: Сборник трудов III Научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых "Дни науки крымского федерального университета им. В.И. Вернадского". 2018. С. 134–138.
16. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Технология построения и анализа топологических структур для геоинформационных систем и систем автоматизированного проектирования // Вестник Томского государственного университета. 2002. № 275. с. 60–63.
17. Сидельник Н.Я. Методы оценки текущего прироста древостоев и их использование в ГИС-технологиях // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. — 2003 — Вып. XI — с. 112–115.

Mironova Yuliya Nikolaevna

Kazan (Volga Region) Federal University
Elabuga Institute, Elabuga, Russia
E-mail: mironovajn@mail.ru

The use of geoinformation systems in forestry and forestry industry

Abstract. The article discusses aspects of the application of geoinformation systems in forestry. Rational use, conservation and restoration of forests in the modern world is becoming an increasingly complex urgent task. Forestry requires improving the quality of management and monitoring of forest resources, improving the perception of geoinformation in a user-accessible form. As the demand for natural resources grows, it becomes imperative that natural resource management plans be more understandable, more dynamic, accessible to the public, and take into account the many values associated with the forest, land and society. For example, ARC/INFO GIS is ideal for forestry management. ARC/INFO software is a powerful set of software tools for creating and editing geographical databases, for the purposes of spatial analysis, search, presentation and data management. Forest management planning includes making forecasts of how the forest will look as a result of certain management methods. Remote sensing and assessment of primary forest resources are also important. In order to practically use this valuable source of information, satellite image data must be geographically linked, adjusted to take into account the terrain and connected to such a technological infrastructure as GIS. With the help of integrated GIS, the needs of all persons related to forestry will be met through shared and shared access to objective information. Thus, it can be noted that recently there has been an active integration of geoinformation systems and forestry, which brings great benefits to both the first and the second science.

Keywords: geoinformation system; forestry; logging; cadastre; industry; infograms; vegetation index