

Научная статья
УДК 630.52:587/588

ТЕХНОЛОГИИ RFID ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСА: АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ПО ЭЛЕКТРОПИТАНИЮ

Михаил Михайлович Донских¹, Сергей Петрович Санников²,
Валерий Викторович Шипилов³

¹⁻³ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ nwdzi@vk.com

² sannikovsp@m.usfeu.ru

³ shipilovvv@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе представлен анализ источников электропитания измерительных датчиков параметров древостоев и лесной среды на основе технологии RFID. Проведен анализ лабораторных исследований источников электропитания, результаты представлены в удобной форме в виде таблиц. Предложены возможные перспективные источники электропитания датчиков в лесу.

Ключевые слова: лес, RFID, мониторинг, электропитание, проблемы

Для цитирования: Донских М. М., Санников С. П., Шипилов В. В. Технологии RFID для мониторинга леса: анализ решений по электропитанию // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 625–628.

Original article

RFID TECHNOLOGIES FOR FOREST MONITORING: ANALYSIS OF POWER SUPPLY SOLUTIONS

Mikhail M. Donskikh¹, Sergey P. Sannikov², Valery V. Shipilov³

¹⁻³ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ nwdzi@vk.com

² sannikovsp@m.usfeu.ru

³ shipilovvv@m.usfeu.ru

Abstract. The paper presents an analysis of the power sources of measuring sensors for the parameters of forest stands and the forest environment based

on RFID technology. Laboratory researches of power supply sources have been conducted, the results are presented in a convenient form of the tables. Possible promising sources of power supply for sensors in the forest are proposed.

Keywords: forest, RFID, monitoring, power supply, problems

For citation: Donskikh M. M., Sannikov S. P., Shipilov V. V. (2026) *Technologii RFID dlya monitoringa lesa: analiz reshenij po e`lektropitaniyu* [RFID technologies for forest monitoring: analysis of power supply solutions]. *Nauchnoe tvorчество molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii* [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 625–628. (In Russ).

Лесное хозяйство в России сталкивается с серьезными проблемами, такими как незаконные вырубки и лесные пожары, которые наносят значительный ущерб. Оперативный и эффективный мониторинг лесных ресурсов является ключевым фактором для устойчивого управления и предотвращения ущерба. Решение перечисленных проблем предложено в работе В. Е. Петряева. Он с группой соавторов предложил использовать RFID-технологии для мониторинга незаконных вырубок леса [1, 2]. Для мониторинга лесной среды, древостоев, лесоматериалов необходимы измерительные датчики. Их можно построить на базе активных RFID устройствах (метках), которые требуют автономное электропитание.

С автономными источниками электропитания RFID-устройств в лесу возникает ряд проблем, которые мы собираемся решить, предложив свои решения. Для этого в работе поставлена **цель** по исследованию вариантов электропитания RFID-устройств в лесу.

Для успешного решения поставленной цели сформулированы следующие **задачи исследования**:

- изучить основные источники автономного электропитания датчиков;
- провести анализ существующих источников и перспективных малой мощности;
- предложить возможные пути решения выявленных проблем.

Материалы и методы средств исследования

В работе применен анализ методов исследования опубликованных материалов по технологии авиационного мониторинга лесов. В работе применили метод *абстрагирования* по выявленным отдельным признакам точности параметров мониторинга.

Обсуждение результатов исследования

Технология радиочастотной идентификации (RFID) представляет собой перспективное решение для автоматизации процессов сбора и обработки данных в лесном хозяйстве [3]. Ключевым элементом RFID-систем в лесу является электропитание датчиков. Пассивные метки питаются от считывателя, активные требуют автономности, а системы учета техники –

бесперебойности. Важные требования к источникам питания: долговечность, надежность в различных условиях, энергоэффективность, компактность, экологичность и приемлемая стоимость.

Тестирование энергопотребления активных RFID-меток в лабораторных условиях провели ученые во главе с В. Д. Фамом [4]. В работе представлен лабораторный стенд и его описание, который показан на рисунке.

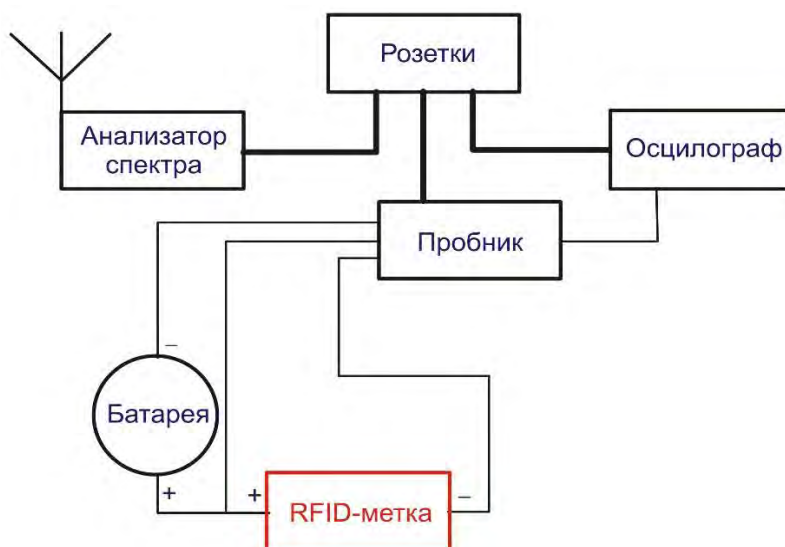


Схема лабораторного стенда

Традиционно мощность батареи измеряется в «мАч» (миллиампер-час). Можно вычислить время жизни батареи по значению тока, который требуется для RFID-меткой, как в режиме передачи данных, так и в режиме ожидания, т. е. без подключения к считывателю.

Анализ параметров проведен с батареями общего применения, с такими как литиевые, щелочные и пр. В качестве альтернативных источников энергии можно использовать солнечные панели, термоэлектрический генератор (ТЭГ), пьезогенераторы и пр. Батареи доступны и стабильны, но ограничены сроком службы и требуют утилизации. Альтернативные источники экологичны и долговечны, но зависят от условий окружающей среды и сложны в реализации. Результаты анализа сравнительной оценки различных решений для питания RFID-датчиков по основным критериям с оценкой от 1 до 5, где 5 – высокая оценка, представлены в таблице.

Каждое решение имеет свои ограничения: для батарей – это срок службы и утилизация; для солнечных панелей – зависимость от света и вандализм; для ТЭГ – низкая эффективность; для пьезогенераторов – нестабильность; для радиочастотного сбора энергии – низкая плотность энергии. Универсального решения нет, выбор зависит от конкретных условий. Для пассивных меток важна дальность считывателя, для активных – литиевые батареи (с учетом экологии), а альтернативные источники требуют аккумуляторов.

Сравнительная оценка источников питания RFID-датчиков

Критерий	Литие- вые батареи	Щелоч- ные батареи	Солнеч- ные панели	Термо- электриче- ские генераторы	Пьезо-элек- трические генераторы	Радио- частот- ный сбор энергии
Эффектив- ность	4	3	4	2	2	1
Надежность	4	3	3	4	3	2
Стоимость	3	2	3	4	3	5
Экологич- ность	2	2	4	4	4	4
Соответ- ствие требованиям	4	3	4	3	2	1

Перспективные направления – это разработка энергоэффективных автономных источников электропитания, использование тонкопленочных батарей, создание гибридных систем, полевые испытания и разработка методов утилизации. Дальнейшие исследования позволят создать эффективные системы мониторинга леса.

Заключение

В результате анализа источников питания RFID-устройств для мониторинга древостоев в лесной среде можно рекомендовать твердотельные, тонкопленочные. Конкретно для решения различных задач мониторинга могут быть использованы батареи, которые могут хранить свою емкость заряда более 20 лет.

Список источников

1. Петряев В. Е., Герц Э. Ф., Перепечина Т. А. Мониторинг леса для борьбы с незаконной вырубкой с помощью RFID технологий // Научные исследования и разработки молодых ученых. 2016. № 9–1. С. 144–147.
2. Обзор технологий и стандартов RFID систем / Н. А. Верзун, Д. М. Воробьева, А. М. Колбанев, М. О. Колбанев // Информационные технологии и телекоммуникации. 2018. Т. 6, № 1. С. 1–11.
3. Метод радиочастотного мониторинга лесного фонда / С. П. Санников, В. В. Побединский, И. В. Бородулин, А. А. Побединский // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2017. Т. 21, № 2. С. 45–54.
4. Тестирование энергопотребления активных RFID меток в лабораторных условиях / В. Д. Фам, Д. В. Данилин, Р. В. Киричек, Л. М. Семаков // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т. 8, № 1. С. 42–54.