

фунгицидной активностью, является перспективным, но требуется проведения дальнейших исследований.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 10632-2014 Плиты древесно-стружечные. Технические условия.
2. Стенина Е.И., Чеснокова Т.Ю. Исследование возможностей применения коллоидного раствора наноразмерных частиц серебра в качестве биоцида для древесины в жестких условиях эксплуатации // Труды БГТУ «Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов». 2017. № 1 (192). С. 152–155.
3. Шилова М.А., Стенина Е.И. Изучение влияния наноразмерного серебра на основные показатели древесностружечных плит // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XV Всерос. науч.-техн. конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. С. 133–136.

### *Автоматизация производства*

УДК 630.52:587/588

Бак. А.А. Андреев  
Рук. С.П. Санников  
УГЛТУ. Екатеринбург

### **СБОР ИНФОРМАЦИИ О ПРИРОСТЕ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ РОБОТОВ (КВАДРОКОПТЕРОВ)**

Лесная отрасль нашей страны имеет богатый, трехсотлетний опыт в области управления лесами. В связи с экономическими и экологическими изменениями, развитием технологий, можно сказать, что появилась проблема усовершенствования или создания новых систем наблюдения и учета за древостоями.

Одно из развивающихся направлений получения информации о состоянии леса – это сети беспроводных датчиков с использованием технологии RFID. Информация о состоянии объекта формируется при помощи специальных датчиков, которые имеют радиоканал связи и метку (радиочастотную RFID-метку). Объектом мониторинга, являются отдельные, например, деревья в отдельных зонах лесного массива. Проблемы заключаются в

сборе данных с этих специальных датчиков, в условиях лесной среды. Есть много предложений по сбору информации [1].

В представленной работе рассматривается один из способов мониторинга леса. Для этого предлагается использовать беспилотный летательный аппарат (БПЛА), в частности – квадрокоптер, для получения информации с RFID-датчиков, расположенных в лесу. Датчики с RFID-метками устанавливаются в деревьях [2]. Проблема заключается в технологии получения информации.

Смысл предлагаемой технологии в использовании RFID-меток заключается в следующем. Создается локальная беспроводная сеть из RFID-меток. Оптимальное число меток на один роутер составляет 250 шт. Роутеры-считыватели собирают с RFID-меток информацию о состоянии лесного массива. Информация с роутеров поступает в считыватель меток, который расположен на БПЛА. Он совершает облет территории по определенному маршруту, который разрабатывается для каждого участка леса специально. На рис.1 представлена схема процесса получения информации о состоянии леса.

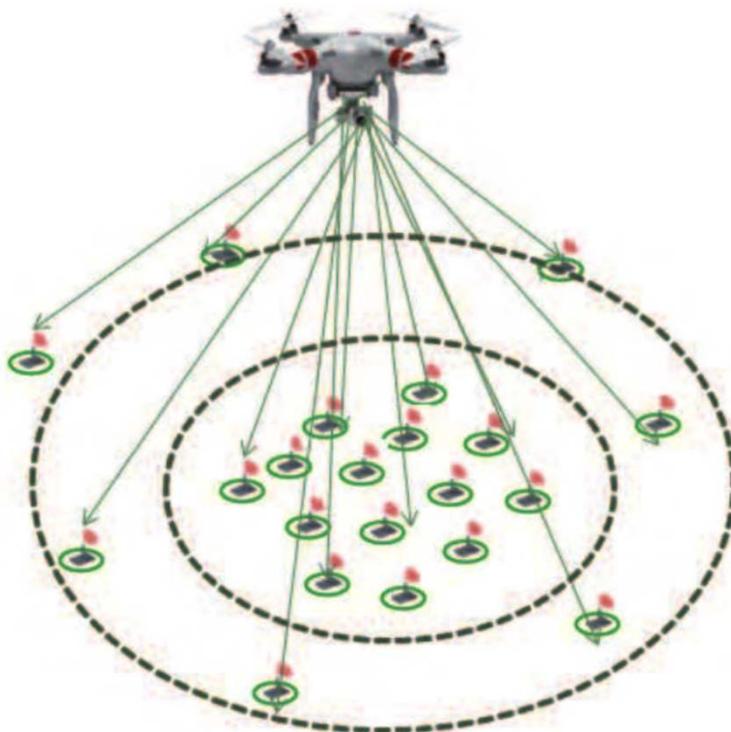


Рис. 1. Процесс получения информации о состоянии леса

Для упрощения анализа связности узлов сети сделаем следующие допущения. Опишем вокруг центра рассеяния несколько кругов равной плотности, различного радиуса (рис. 2), кратного  $R(kR)$ . В данном примере три круга с радиусами  $R$ ,  $2R$  и  $3R$ . Будем полагать, что плотность узлов

внутри первого круга (радиуса  $R$ ), а также колец, образованных кругами  $2R$  и  $3R$ , постоянна.

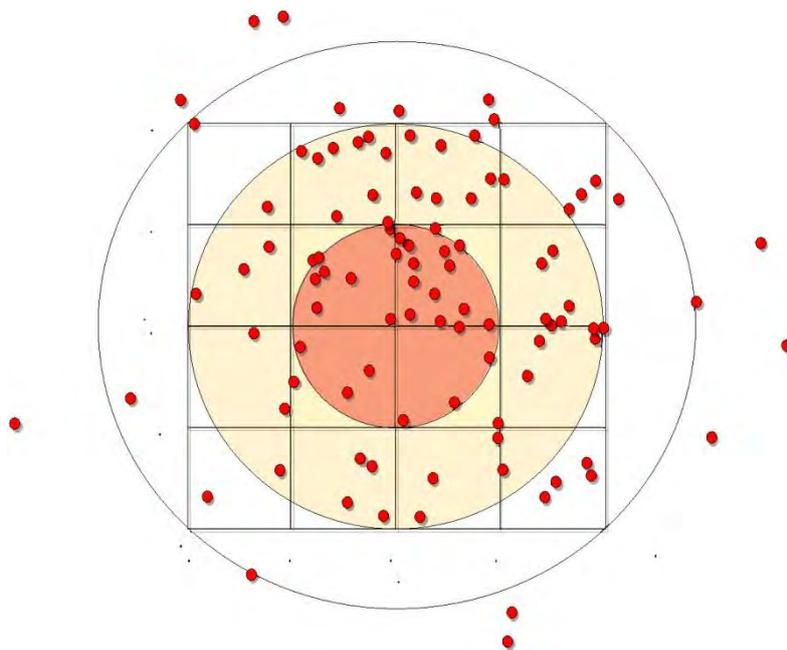


Рис. 2. Пример распределения узлов в зоне обслуживания

Для нормального распределения, в частном случае круга равной плотности радиусом  $r$ , вероятность попадания в круг равна [3]:

$$P_r = P((x, y) \in B_k) = 1 - e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}. \quad (1)$$

Вероятность попадания в кольцо  $k$  равна:

$$P_{Ck} = e^{-\frac{((k-1)R)^2}{2\sigma^2}} - e^{-\frac{(kR)^2}{2\sigma^2}}, \quad k = 1, 2, \dots \quad (2)$$

В условиях допущения равной плотности узлов в границах колец вероятность  $\rho_n$  в границах колец будет определяться как:

$$P_k = \frac{\rho_{Ck} \pi R^2}{n}, \quad (3)$$

где  $\rho_{Ck}$  – плотность узлов внутри кольца  $k$ ;  $\rho_{Ck} = (kP_{Ck}) / (S_{Ck})$ ;

$S_{Ck}$  – площадь кольца  $k$ ;  $S_{Ck} = \pi[(kR)^2 - ((k-1)R)^2]$ .

Таким образом, используя выражения (2) и (3) можно оценить параметры распределения узлов датчиков сети: их число  $n$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma$ , например, для заданного расстояния от центра рассеяния, при которых для всех участков сети обеспечиваются требования вероятности связности. Как и следовало ожидать, приведенная зависимость

показывает, что вероятность связности убывает по мере удаления от центра рассеяния. Причем для колец, начиная с третьего, то есть при удалении от центра рассеяния более чем на 150 м, вероятность  $p_3$  меньше пороговой величины 0,046, что говорит о вероятности связности на этом и большем удалении составляет менее 0,5.

### *Библиографический список*

1. Герц Э.Ф., Санников С.П., Соловьев В.М. Использование радиочастотных устройств для мониторинга экологической ситуации в лесах // Аграрный вестник Урала. АВУ, 2012. Вып. 1. С. 37–39.
2. Кантышев, А.В. Тенденции использования технологий радиочастотной идентификации в лесопромышленном комплексе // StudArctic Forum. 2016. № 4 (4). С. 31–35.
3. Окунева Д. В. Разработка и исследование моделей беспроводных сенсорных сетей при неравномерном распределении узлов: дис. канд. техн. наук: 05.12.13: защищена. СПб., 2017. 159 с.

УДК 681.58

Бак. А.А. Бедрин  
Рук. В.Я. Тойбич, Н.Н. Теринов  
УГЛТУ. Екатеринбург

## **СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ МИНИТРАКТОРА МТР-1**

В УГЛТУ разработан, изготовлен, испытан и запатентован мини-трактор МТР-1 [1]. Его назначение – осуществление хозяйственных мероприятий, прежде всего рубок ухода за лесом, в защитных лесах (рис. 1).

Для погрузки и транспортировки сортиментов, длина которых составляет от 2 до 6 м, механизм комплектуется механической лебедкой и тележкой. По результатам эксплуатации МТР-1 в производственных условиях сделан вывод, что операции по трелевке заготовленных сортиментов с лесосеки и погрузки их на тележку требуют их усовершенствования [2]. Было принято решение установки на мини-трактор дистанционного управления лебедкой с помощью радиосигнала. По нашему мнению решение проблемы таким способом смогло бы осуществлять управление процессом трелевки, находясь на некотором расстоянии от мини-трактора, существенно сократить время и облегчить проведение этой операции. На кафедре АИТ УГЛТУ была разработана, собрана и установлена на мини-трактор система дистанционного управления лебедкой (рис. 2). При этом сохранялась возможность ручного управления.