

УДК: 620.179

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Т.Я. Гладких

Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
E-mail: t.golnik@mail.ru

А.Н. Мигачев

Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, ул.Профсоюзная, д.65
E-mail: batwus@gmail.com

Ключевые слова: БПЛА, тепловизор, энергоэффективность, энергосбережение, 3-D модель, тепловизионный мониторинг.

Аннотация: в статье представлена технология по мониторингу теплопотерь зданий, сооружений и инженерных коммуникаций при помощи тепловизионного оборудования, установленного на БПЛА мультикоптерного вида. Полученные данные позволяют своевременно обнаружить дефектные участки и в кратчайшие сроки провести мероприятия по их устранению, что приводит к повышению энергоэффективности инфраструктуры.

Из большого числа проблем современности, проблемы рационального расхода энергоресурсов и энергоэффективности, относятся к стратегическим задачам государства. В России, за последнее десятилетие, было принято несколько нормативных актов, согласно которым необходимо обеспечивать эффективную работу по устранению серьезных проблем в энергосбережении. К таким законам относится Федеральный закон России №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», согласно которому определяется комплекс мер по рациональному использованию энергоресурсов и меры по стимулированию энергосбережения в России [1]. Согласно государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» в случае успешной реализации всех мероприятий снижение энергоемкости ВВП достигнет 40% [2]. Однако, по данным Международного Энергетического Агентства (IEA), а так же Американского совета по энергоэффективной экономике (АСЕЕЕ) Россия находится на последних позициях по рациональному энергопотреблению, что вызвано высоким энергопотреблением на отопление одного квадратного метра жилья, в сравнении с лидирующими странами, такими как Италия и Германия [3, 4] (рис. 1).

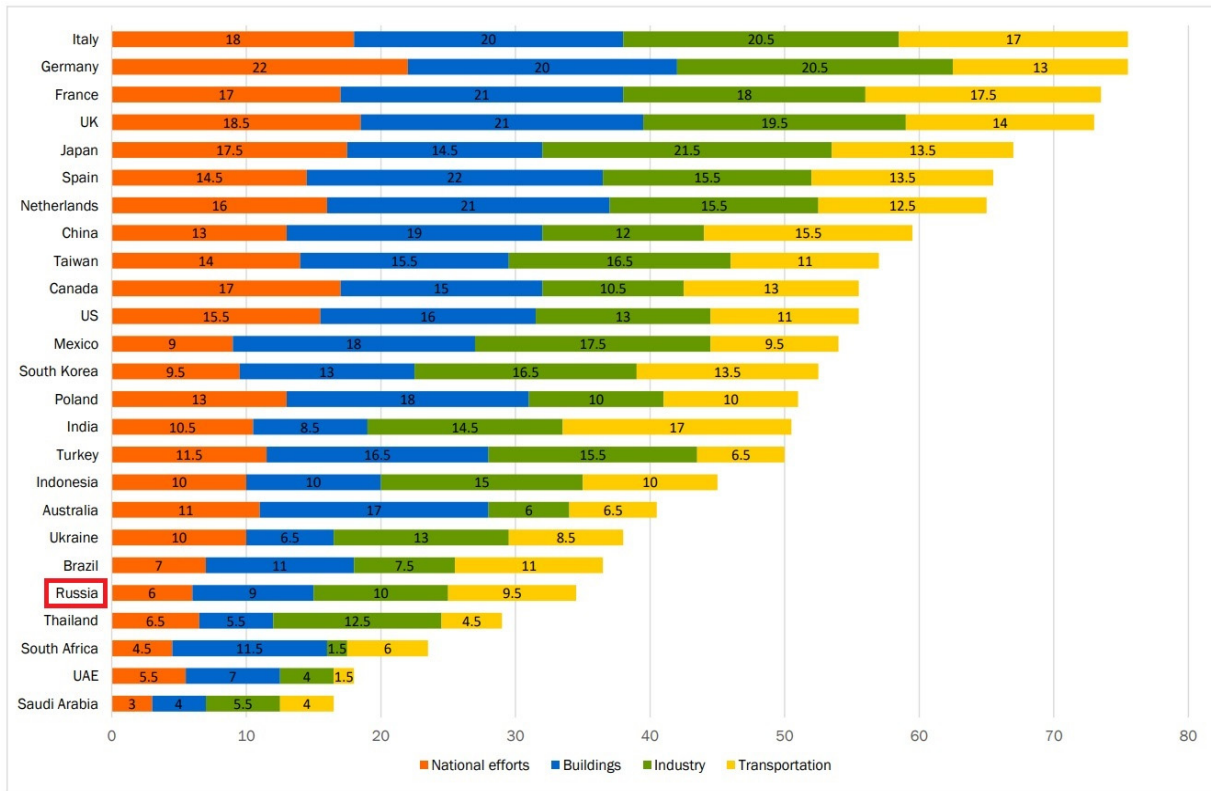


Рис. 1. Данные рейтинга энергоэффективности стран АСЕЕЕ, 2018год.

Безусловно, это связано с климатическими особенностями месторасположения страны, но, одна из важнейших причин кроется в низком качестве жилого фонда и инфраструктуры. Некачественная теплоизоляция приводит к потерям тепла, которые могут достигать 80%, что впоследствии грозит ростом коммунальных платежей. Своевременная диагностика состояния теплоизоляции с применением тепловизионного оборудования, установленного на беспилотном летательном аппарате (БПЛА) (рис. 2), позволяет в максимально короткие сроки обнаружить места «утечки» тепла и провести мероприятия по их устранению.

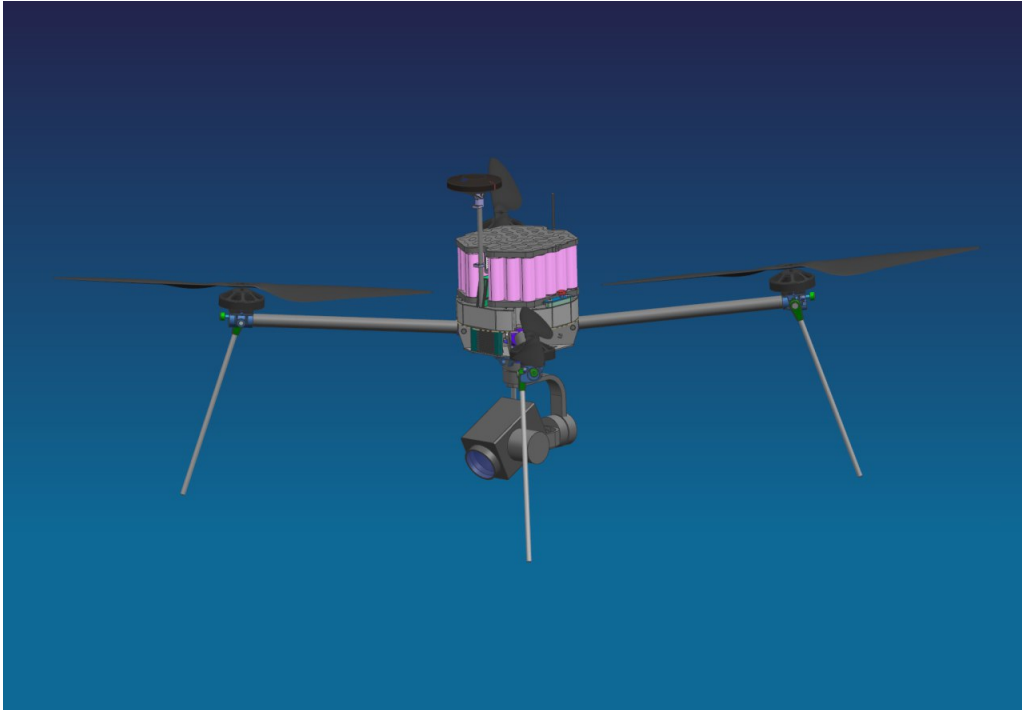


Рис. 2. Модель БПЛА, с установленным на него тепловизором.

Сфера применения БПЛА давно не ограничена военной отраслью, и расширению областей применения способствует доступность, мобильность, оперативность, невысокая стоимость данных комплексов и возможность использования полезной нагрузки. В качестве полезной нагрузки на БПЛА (рис. 3а) устанавливается современный тепловизор (рис.3б), для получения качественных изображений.



Рис. 3а. БПЛА.



Рис. 3б. Тепловизор с спектральным диапазоном 7,5-13,5мкм.

Инфракрасная термография наиболее достоверный способ получения информации о распределении тепловых полей исследуемого объекта. Результаты термографической диагностики возможно не только наблюдать (рис. 4), но и использовать для дальнейшего анализа и составления отчета [5-7].

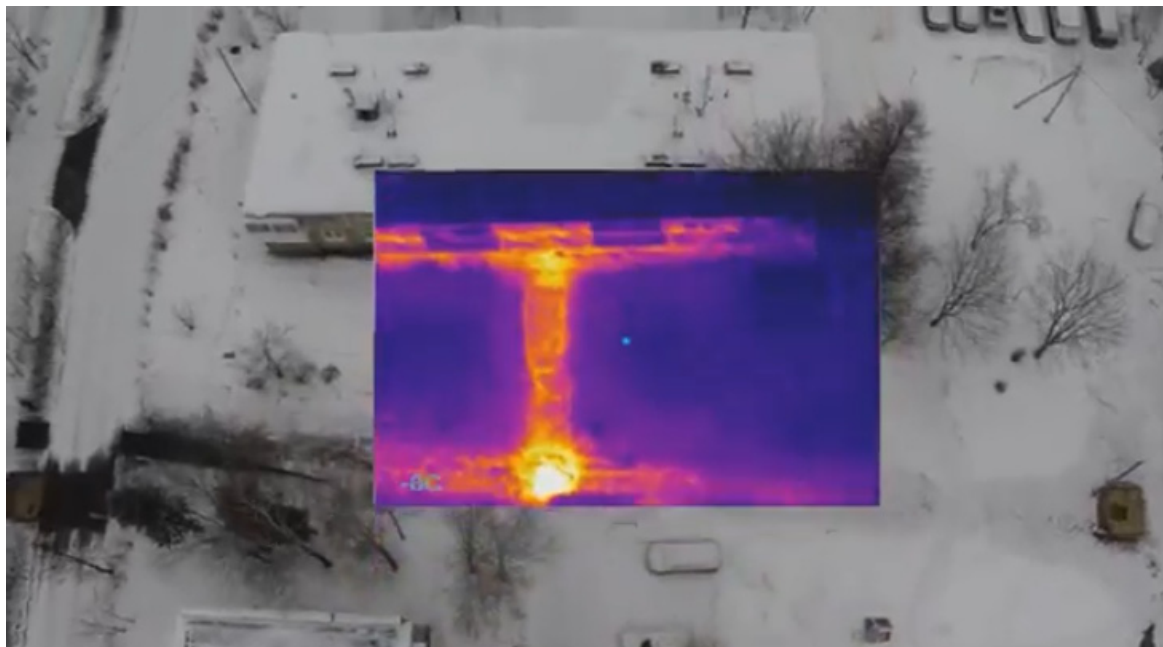


Рис. 4. Обследование объекта тепловизионным методом с помощью БПЛА.

При помощи программного обеспечения возможно соединить обработанные термограммы с моделью рельефа и построить 3-D термокарту исследуемого объекта с привязкой к местности по GPS координатам. Благодаря этому мы получаем средство визуализации объекта с наложенной на него текстурой, где в каждой точке поверхности возможно отследить температуру. Исследование объекта возможно в любых климатических условиях, и вне зависимости от степени освещенности и времени суток. Несомненный плюс обследования методом неразрушающего контроля в отсутствии необходимости приостановки или отключения оборудования, что абсолютно не мешает окружающим. Использование беспилотных летательных аппаратов так же дает ряд преимуществ: оперативность (скорость обследования в десятки раз превышает традиционные методы наземных обследований), объективность (нет воздействия «человеческого фактора»), все материалы исследований доступны на электронных и бумажных носителях), качество (высокоточность полученных материалов и их привязка к местности), безопасность (снижена вероятность несчастных случаев, по сравнению с методом наземного обследования), экономическая эффективность (для обследования 200км трасс достаточно двух человек) мобильность и быстрая развертываемость (время готовности комплекса к работе составляет 2-3 минуты). Характеристики БПЛА позволяют ему функционировать в температурном диапазоне от -30 до $+40$ $^{\circ}\text{C}$. Безусловным преимуществом предлагаемого метода является формирование полной картины распределения тепловых потерь обследуемого участка, в отличие от стандартного метода, где при произвольном выборе точек контроля существует повышенная вероятность как пропуска существующего локального дефекта, так и завышение площади распространения выявленного дефекта, что впоследствии приводит к значительным погрешностям. Крайне важно, что проводится сразу анализ большой площади, с разнообразными мно-

гочисленными объектами, в одинаковых (изотропных) атмосферных условиях, что позволяет проводить сравнительный анализ, определяя приоритетность объектов, нуждающихся в улучшении состояния тепловой эффективности или ремонте, в отличие от предыдущего метода исследования отдельных объектов. Таким образом, мы наблюдаем не только разные объекты в одной сети, но и разные сети на одной площади, что актуально в городах, где в настоящее время, на одном пространстве могут существовать несколько эксплуатирующих или поставляющих тепло компаний. Это позволит, в случае спорных вопросов, выявлять фактического виновника теплопотерь.

Вывод: использование БПЛА для тепловизионного мониторинга энергоэффективности объектов позволяет оперативно отслеживать ситуацию на обширных территориях, что делает его незаменимым при обследовании промышленных объектов, труднодоступных мест и больших площадей.

Список литературы

1. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009.
2. Приказ Минэнерго РФ № 234 «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» от 20.06.2011.
3. Международное Энергетическое Агентство (IEA) Электронный ресурс: <https://www.iea.org>.
4. Американский совет по энергоэффективной экономике (ACEEE) Электронный ресурс: <https://aceee.org>.
5. Дроздов В.А., Сухарев В.И. Термография в строительстве. М.: Стройиздат, 1987.
6. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М.: Госстрой России, 2004.
7. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004.