

### Список использованных источников

1. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Дробыш // пособие для инженеров. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220с.

УДК: 504.064.36

## **АНАЛИЗ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

*Алехнович В.В., Лунтовская Я.А., Нелюбина Т.А.*

*Научный руководитель: Кремчев Э.А., доцент, д.т.н.*

*Санкт-Петербургский горный университет*

В настоящее время спрос на применение беспилотных воздушных судов (БВС) в коммерческих и потребительских целях увеличивается. Ведущие позиции мирового рынка занимают производители из стран Азии, Европы и Северной Америки. По данным аналитиков доля продаж БВС России на мировом рынке составляет около 2%.

Известно об опыте проведения экологического мониторинга, биогеографических исследований, а также аэрофотосъемок с использованием БВС. К примеру, при проведении зоогеографической съемки стояла задача исследовать возможности аппаратуры для учета диких животных. Было выявлено, что такой подход применим только для примерной оценки. Еще одним исследованием стал экологический мониторинг устья реки и пляжной зоны на юге России. По полученным с помощью БВС данным были выявлены места скопления несанкционированных мусорных отходов; оценен масштаб загрязнения сточными водами и последствий схода селевых потоков и горных обвалов. Таким образом, при помощи беспилотного воздушного судна можно решить ряд поставленных задач. Однако нерешёнными остаются вопросы о методическом и метрологическом обеспечении БВС, а также наличие существенных законодательных ограничений.

С точки зрения законодательства, вопрос о применении беспилотного воздушного судна с полезной нагрузкой и без не урегулирован. Для легального использования БВС необходимо его зарегистрировать. Беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой от 0,25 до 30 килограммов, которые были ввезены в Российскую Федерацию или произведены на ее территории, подлежат учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Однако, открытого государственного реестра на них не существует. Для БВС более 30 килограмм предусмотрена регистрация в системе Росавиации, так как их учет регулируется Федеральным законом от 30 декабря 2015 года № 462 «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации в части использования беспилотных воздушных судов».

Обеспечение БВС оптическим оборудованием и/или устройством детектирования, СИ накладывает дополнительные ограничения, установленные законом. Относительно совершенства негласного визуального наблюдения в УК РФ Статья 138.1. «Незаконный оборот специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации» указано, что незаконное использование специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации, наказываются штрафом или лишением свободы вплоть до указанного законом срока.

Научно-производственное предприятие «Радар ммс» является одним из мировых лидеров в области создания радиоэлектронных систем и комплексов специального и гражданского назначения. В настоящее время компания занимается производством беспилотного вертолета МБПВ-37. Данное БВС предназначен для оперативного мониторинга с воздуха больших площадей.

Для данного типа БВС характерна модульная архитектура, что позволяет при необходимости оперативно менять состав аппаратуры полезной нагрузки и перевозить мониторинговый комплекс в разобранном виде.

В состав блок-модулей системы входят следующие средства измерений:

– газоанализатор многокомпонентный «Поляр-2», предназначенный для измерений содержания определяемых компонентов (кислород, оксид углерода, диоксид углерода, оксид

азота, диоксид азота, диоксида серы, сероводорода, аммиака, метана, пропана или гексана) в воздухе рабочей зоны;

– анализатор пыли DUSTTRAK 8530, DUSTTRAK 8533, предназначенный для измерений массовой концентрации аэрозольных частиц различного происхождения в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны;

– дозиметр гамма-излучения ДБГ-С11Д или устройство детектирования УДМГ-100, предназначенные для непрерывного измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД).

Кроме того, блок-модулем является лазерный течеискатель метана LaserMethaneMini, предназначенный для качественной оценки наличия метана в воздухе в пространстве между течеискателем и отражающей поверхностью.

На данный момент проводятся работы по метрологическому и методическому обеспечению МБПВ-37, с целью внесения в Государственный реестр средств измерений (Госреестр СИ).

Так как БВС – это измерительный комплекс, соответственно выполнялась разработка нормативной документации: протоколы испытаний, описание средства измерений, методика поверки, оформленные в качестве приложения к акту испытаний в целях утверждения типа, на основе информации, предоставляемой организацией и испытательным центром, проводившим испытания в целях утверждения типа СИ на основании поступившей заявки изготовителя «Радар ммс».

В настоящее время, МП (методика поверки) измерительной системы основывается на поверке блока – модуля, базой которого является газоанализатор «Полар-2». Методики на другие СИ, используемые в измерительном комплексе, существуют отдельно. Поверить их в составе исследуемого комплекса и утверждать о правомерности использования в качестве блок-модулей не представляется возможным из-за отсутствия соответствующих разделов в методике поверки БВС.

Существует определённая специфика относительно статических измерений. У БВС нет возможности снимать показания в одной и той же точке. Одним из факторов, влияющих на данное свойство, является перемещение газоздушных масс. Газоанализатор в составе измерительного комплекса (ИК) способен снимать 5-10 показаний и далее усреднять результат. БВС постоянно находится в движении, и измерения проводятся в разных местах, с разной концентрацией. Так как известна скорость, на которой движется воздушное судно (диапазон), соответственно можно связать скорость движения БВС на месте с дискретностью в зоне, по которой будет усредняться информация об измерениях по концентрации. Для того чтобы верно судить о концентрации в данной зоне, необходимо брать в расчет совокупность значений измеряемой величины, так как единичное измерение есть случайная величина. Исходя из этого, усреднение должно идти по некоторому объёму этих точек, а также с учётом дискретности снятия показаний газоанализатора. В качестве значения результата измерения по концентрации придётся принимать среднее по 5-10 показаниям. Соответственно, нельзя говорить об измерении в конкретной точке пространства, можно говорить только об измерении в области пространства.

Методика поверки признается пригодной, если она позволяет проводить измерения с расширенной неопределённостью не более 25%. Сложно подтвердить соответствие этому требованию, так как условия, в которых проводятся измерения, значительно отличаются от тех, в которых определяется основная погрешность, как одна из нормированных метрологических характеристик, указанных в методике поверки. Именно поэтому необходима оценка неопределённости измерений, на основании информации об этих нормированных метрологических характеристиках СИ в составе измерительного комплекса «РДР-2015» и с учетом условий проведения измерений.

Можно выделить следующие источники неопределённостей для газоанализатора модификации «Полар-2» (с указанием обозначений их стандартных неопределённостей):

1. неопределённость, связанная с разбросом показаний (статистическая обработка данных) – ( $u_{a1}$ );

2. неопределенность, связанная с основной погрешностью газоанализатора – ( $u_{п1}$ );
3. возможная нестабильность показаний газоанализатора в период между корректировками – ( $u_{к1}$ );
4. вариация выходного сигнала по измерительным каналам – ( $u_{с1}$ );
5. влияние изменения температуры окружающей среды в рабочих условиях – ( $u_{т1}$ );
6. влияние изменения атмосферного давления в рабочих условия – ( $u_{д1}$ );
7. влияние изменения относительной влажности окружающей среды в рабочих условиях – ( $u_{в1}$ );
8. влияние изменения содержания неизмеримых компонентов анализируемой газовой смеси – ( $u_{н1}$ );
9. влияние изменения расхода анализируемого воздуха, проходящего через газоанализатор – ( $u_{р1}$ ).

Разброс показаний подчиняется нормальному закону распределения вероятностей и оценивается как неопределенность типа А:

$$u_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество значений в области измерений;  $Q_i$  – значение параметра, зарегистрированное газоанализатором, связанное с  $i$ -тым отсчетом;  $\bar{Q}$  – значение средней величины среди  $n$ -измерений.

Остальные стандартные неопределённости зависят от:

- $\delta_0$  – предела допускаемой основной относительной погрешности газоанализатора, %;
- $\tau$  – коэффициента влияния условий окружающей среды на результат, определяется на основе статистических данных, полученных при измерениях;
- принятия гипотезы о равномерном распределении.

Суммарная стандартная неопределенность  $u_\Sigma$  определяется как:

$$u_\Sigma = \sqrt{(u_{ai})^2 + (u_{pi})^2 + (u_{ki})^2 + (u_{ci})^2 + (u_{ti})^2 + (u_{di})^2 + (u_{ei})^2 + (u_{ni})^2 + (u_{ri})^2}. \quad (2)$$

Расширенная неопределенность  $U$  получается путем умножения суммарной стандартной неопределенности на коэффициент охвата:

$$U = u_\Sigma \cdot k, \quad (3)$$

где для уровня доверия  $P = 0,95$  коэффициент охвата  $k$  будет равен 2, так как распределение принимается нормальным.

Неопределенности для пылемера и дозиметра рассчитываются аналогично неопределенностям, представленным для газоанализатора, с учетом пределов их допускаемых погрешностей, и статистических данных.

Проанализировав вопросы метрологического обеспечения БВС и рассмотрев нормативно-правовую документацию, можно сделать следующие выводы:

- со стороны законодательства существуют следующие препятствия, такие как, отсутствие единого реестра регистрации БВС, а также отсутствия какой-либо нормативно-правовой документации для применения комплексов БВС с полезной нагрузкой;
- адаптация СИ является смежным вопросом с метрологическим обеспечением, для дальнейшей конструкторской деятельности. В настоящее время существует большое количество СИ, которые можно установить на беспилотное воздушное судно, однако, им нужна адаптация (методическая, конструктивная);

– требования по точности к СИ, входящих в состав измерительного комплекса, должны быть достаточно строгие, так как БВС – это стадия спуска от качественного анализа к количественному;

– существует множество сторонних факторов, оказывающих влияние на измерительные способности комплекса, следовательно, должны быть выдвинуты определённые требования к метрологическим характеристикам. Например, концентрация в начале измерений и в конце может отличаться в разы. С таким подходом, для подобных измерений не нужна точность, которая задается производителями БВС изначально. Таким образом, такая техника как измерительные комплексы на базе БВС (в частности, высокой точности измерений) для прецизионных измерений не предназначены, так как применяется расчет усредненного/приблизительного значения.

УДК 616-71

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛФК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Ашапкина М.С., Алпатов А.В.*

*Рязанский государственный радиотехнический университет*

Большая часть сотрудников предприятий ведет малоподвижный образ жизни, что может привести к различным нарушениям опорно-двигательной системой. Это в свою очередь ухудшает качество жизни, нарушает кровообращение и работу мышц, что ускоряет процесс возникновения других заболеваний на ранних стадиях, таких как сердечно-сосудистые заболевания, инсульт, инфаркт, гипертония, атеросклероз, сахарный диабет 2 типа, ожирение, остеопороз, депрессия. Данные заболевание приводят к экономическим потерям вследствие временной или стойкой утраты трудоспособности, требуют значительных затрат на лечение и реабилитацию [1]. Поэтому каждое предприятие будет заинтересовано в сохранении здоровья сотрудников для повышения эффективности труда и улучшении работоспособности человека. Единственный способ уменьшить риски заболеваний – вести сбалансированный двигательный режим и своевременное занятие естественной физической нагрузкой в виде производственной гимнастики и лечебной физкультуры (ЛФК).

По Приказу Минтруда России от 16.06.2014 № 375н ЛФК отнесли к улучшению условий труда и снижению уровней профессиональных рисков. Каждое предприятие, кроме федеральных учреждений и ГУП, обязано тратить не менее 0,2% суммы, затрачиваемой на производство товаров или услуг, на охрану труда и улучшение условий работы для сотрудников. Теперь траты на организацию различных спортивных и физкультурных мероприятий для коллектива, а также меры по организации спортивного досуга непосредственно на предприятии, засчитываются работодателю в качестве обязательных расходов.

Обязательные расходы, направленные на развитие физической культуры и спорта в трудовых коллективах, состоят из следующих пунктов:

1. наём тренера для проведения ЛФК на предприятии для тех работников, которым врачами рекомендован данный вид оздоровительных упражнений;
2. приглашение тренера для проведения производственной гимнастики;
3. создание на предприятии условий для проведения ЛФК, производственной гимнастики и иных физкультурно-оздоровительных мероприятий, в том числе – оборудование спортзала, спортплощадки, приобретение спортивного инвентаря;
4. оборудование физкультурно-спортивных клубов по месту работы;
5. привлечение на платной основе тренеров и методистов для внедрения на предприятии комплекса ГТО (Готов к труду и обороне), а также мероприятия по сдаче данных норм;
6. оплата работникам абонементов в спортклубы, фитнес-центры, тренажёрные залы, бассейны, спортивные секции [2].

Не каждый работодатель готов тратить такие крупные суммы на платные услуги тренеров и организацию физкультурно-оздоровительных мероприятий. Вместо покупки дорогостоящих абонементов в фитнес-клубы, предприятиям выгоднее проводить производственную гимнастику на рабочем месте без отрыва от производства.