

ства [2, с. 51]. Главенствующая роль в этом обществе принадлежит бактериям [3, с. 241].

Для очистки поверхностного (дождевого, талого, поливомоечного) стока с урбанизированных территорий, в том числе с автомобильных дорог, за рубежом все более широкое применение находят биоинженерные сооружения, в которых используются высшие влаголюбивые растения, – биофильтрационный склон, биодренажная канава, дождевые сады и др. В США, Канаде, Великобритании, Австралии такие сооружения относят «к наилучшим технологиям (*Best Management Practices*) очистки поверхностного стока, сочетающим в себе высокую эффективность, экологичность, умеренную стоимость строительства и эксплуатации» [4, с. 41].

**Заключение.** В последнее время и в России отмечен интерес к использованию для организации водоотвода и очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий биоинженерных сооружений с высаженными в них высшими влаголюбивыми растениями, такими как ирис болотный, тростник обыкновенный. Об этом свидетельствует появление имеющих практическую значимость научных исследований, учитывающих как климатические особенности России, так и видовой состав растений и микроорганизмов. Результаты исследований зарубежных и российских ученых позволили специалистам ЗАО «ПРОМТРАНСИИПРОЕКТ», ООО «Транс-ИнжПроект» и МАДИ подготовить методические рекомендации по организации водоотвода для городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации [5]. Однако разработка и совершенствование методики проектирования эффективных биологических сооружений для российских условий требуют дальнейших научных изысканий.

#### Список литературы

1. Евстигнеева Ю.В., Трофименко Ю.В., Евстигнеева Н.А. К вопросу применения дождевых садов на автомагистралях // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62-3. С. 48–52.
2. Касаткин А.В. Разработка метода очистки поверхностного стока с проезжей части автомобильных дорог: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11; 05.23.04 / МАДИ (ГТУ). М., 2007. 150 с.
3. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов «Защита окружающей среды» и «Безопасность жизнедеятельности» / Д.А. Кривошеин [и др.]. 2-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2008. 343 с.
4. Мелехин А.Г., Шукин И.С. Анализ существующих биоинженерных сооружений очистки поверхностного стока и возможности их применения в условиях Западного Урала // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2013. № 2. С. 40–50.
5. Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации / Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве Минстроя России. М., 2019. 165 с. URL: [https://www.faufcc.ru/upload/methodical\\_materials/mp06\\_2019.pdf](https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp06_2019.pdf) (дата обращения: 30.01.2021).

#### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА АЗИМУТАЛЬНО-ДАЛЬНОМЕРНЫХ МАЯКОВ «ТРОПА» АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЯ

Котов В.С., Резникова Р.К., Кривошеев А.А.  
 ФГБОУ ВО Военный институт (военно-морской политехнический) военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Пушкин, Санкт-Петербург,  
 e-mail: legkieshagi@yandex.ru

Статья посвящена проблеме автоматизации измерений характеристик радиотехнических устройств ближней навигации «Тропа-СМД». Азимутально-дальномерные радиомаяки «Тропа-СМД» предназначены для модернизации аэродромов военных ведомств, аэродромов совместного базирования, а также для установки на суда. В статье приведено описание программно-аппаратного обеспечения для контроля технического устройства на соответствие требованиям предъявляемым к навигационному оборудованию, а так же выполнен анализ результатов исследования параметров системы.

Создание новейших оборонных комплексов в целях обеспечения военной безопасности страны реализуется Министерством обороны России через широкий спектр задач, таких как, строительство, развитие и применение Вооруженных Сил Российской Федерации, сопровождение разработки и создания, анализ результатов применения современных систем вооружения. Особая роль в боеготовности сил (войск) принадлежит радиотехническим системам. Так, направление деятельности по усилению и поддержанию национальной безопасности включено в Программу мер по освобождению радиочастотного диапазона для систем подвижной сотовой связи и по модернизации наземного и бортового оборудования радиотехнических систем ближней навигации и посадки (РСБН/ПРМГ) [1].

В настоящее время радиотехническая навигационная система ближней навигации и инструментальной посадки для нужд Министерства обороны переоснащается, осваиваются современные наземные средства ближней навигации. Азимутально-дальномерные маяки (АДРМ) «Тропа-СМД» – это новое поколение наземных средств ближней навигации, работающее с бортовым оборудованием системы РСБН III-го и последующих поколений, которые функционируют в международном диапазоне частот [2].

АДРМ «Тропа-СМД» необходимы для перевода существующих средств навигации в международный диапазон частот в соответствии с принятыми Россией обязательствами по выполнению требований Международного регла-

мента радиосвязи. Для установки на кораблях с одиночным базированием летательных аппаратов разработан радиомаяк «Тропа-М» в морском исполнении [3].

АДРМ обеспечивает выдачу и прием цифровой информации для дистанционного включения/выключения АДРМ и контроля его состояния, а также цифровой информации о координатах, взаимодействующих с АДРМ летательных аппаратов, со среднеквадратической погрешностью: по азимуту – 1,5°; по дальности – 80 м.

АДРМ «ТРОПА-СМД» при сохранении функции ответа наземной индикации (аналогично вторичной радиолокации) и линии передачи данных, а также характеристик точности и зон действия, имеет на порядок меньшее энергопотребление по сравнению с эксплуатируемыми в настоящее время радиомаяками.

Современные навигационные системы с точки зрения программно-аппаратного обеспечения требуют повышенного внимания.

Одним из этапов разработки изделия является проверка изделия на соответствие техническим условиям. Проверка проводится на испытательном стенде, представленном на рис. 1.

Для управления измерительным стендом была разработана программа Trail Measurment. Программа является объектно-ориентированной. При разработке были созданы классы управления приборами, классы для проведения измерений, а также класс для калибровки порогов обнаружения УП, развернутые данные представлены ниже:

– класс Thresholds\_Calibrator – предназначен для настройки первичного шумового порога обнаружения УП,

– классы для управления приборами – UPX и Generator.

Класс UPX предназначен для управления, а также для чтения регистров УП тропы посредством интерфейса UPX. Интерфейс UPX использует для передачи сообщений посредством протокола UDP.

Класс Generator предназначен для управления СВЧ генераторами и создан с использованием библиотеки NI-VISA. Работоспособность данного класса проверена с использованием генераторов R&S SMB 100A и R&S SMC 100A. Класс включает следующие открытые (public) методы:

1. `bool errors()` //Проверка стека ошибок прибора. Если стек пуст, то возвращает false
2. `void connect(string adress = "")` //Произвести соединение с прибором по указанному IP адресу
3. `void RF_ON()` //Подать СВЧ мощность на выход RF
4. `void RF_OFF()` //Убрать мощность на выходе RF
5. `void RF_SET_FREQ(ulong freq)` //Установка частоты сигнала
6. `void RF_SET_LEVEL(double level)` //Установка уровня мощности на выходе RF
7. `void PULM_MOD_CONFIG(uint perion, uint width, timeUnits period_unit, timeUnits width_unit, PULM_TRIG_MODE trig_mode)` /\*Настройка параметров внутренней импульсной модуляции. В качестве параметров указаны, соответственно: период следования импульсов, длительность импульсов, единицы измерения периода, единицы измерения длительности импульсов, режим работы триггера\*/
8. `void PULM_MOD_ON()` //Включение импульсной модуляции
9. `void PULM_MOD_OFF()` //Выключение импульсной модуляции
10. `void mod_of()` //Выключение любой модуляции прибора
11. `void disconnect()` // Прекратить соединение с прибором

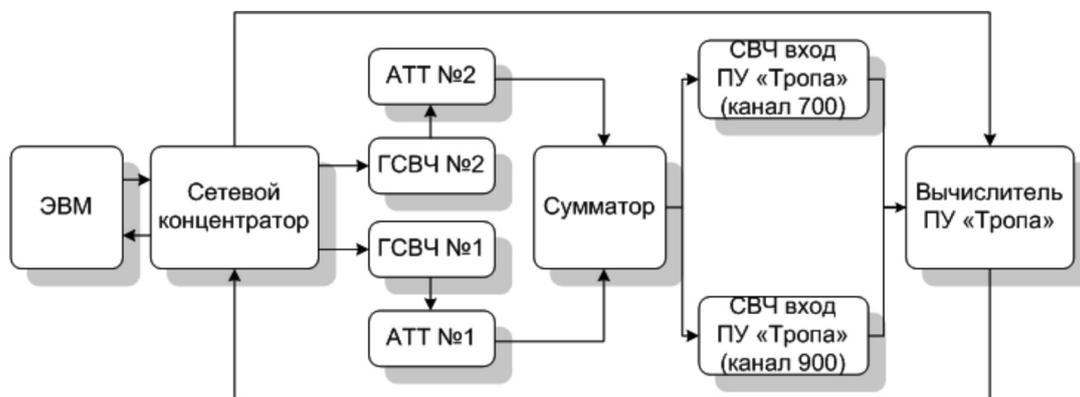


Рис. 1. Схема испытательного стенда для оценки параметров приемного устройства АДРМ «Тропа»

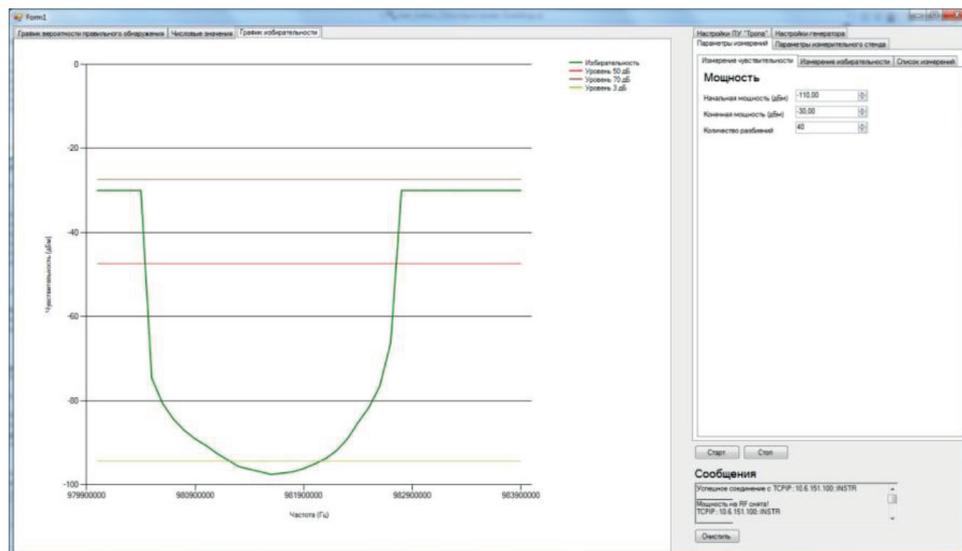


Рис. 2. Результаты проверки АДМР «Тропа» на соответствие техническим условиям

Проверка АДМР на соответствие техническим условиям проводилась в соответствии с ГОСТ 5801-001-2008 и включала в себя [4]:

- измерение чувствительности радиоприемника – способности радиоприемника обеспечивать прием слабых радиосигналов, определяемые минимальным уровнем полезного радиосигнала на его входе при заданном отклике или показателе качества функционирования;

- измерение ослабления X чувствительности – способность радиоприемника подавлять сигналы за пределами полосы приема полезного сигнала. Измерение ослабления X чувствительности ПУ «Тропа» проводится путем определения чувствительности приемника в различных точках заданного частотного диапазона с заданным шагом перестройки по частоте испытательного СВЧ сигнала;

- измерение уровня восприимчивости по блокированию – минимальный уровень блокирующей радиопомехи на входе радиоприемника, при которой коэффициент блокирования, или показатель качества функционирования равен заданному значению. В качестве результата измерения принимается разница чувствительности приемника при воздействии блокирующей помехи и при её отсутствии;

- измерение уровня чувствительности и динамического диапазона по перекрестным помехам – минимальный уровень модулирующей радиопомехи на входе радиоприемника, при котором коэффициент перекрестных искажений, или показатель качества функционирования равен заданному значению;

- измерение динамического диапазона по интермодуляции – минимальный уровень двух одинаковых по величине интермодулирующих радиопомех на входе радиоприемника,

при котором коэффициент интермодуляции, или показатель качества функционирования равен заданному значению;

- измерение уровня чувствительности по побочным каналам приема – минимальный уровень радиопомехи на входе радиоприемника, при котором коэффициент прохождения по побочному каналу приема, или показатель качества функционирования равен заданному значению.

Пример результатов проверки АДМР программой Trail Measurement приведен на рис. 2.

Необходимость совершенствования процесса применения автоматизированных средств измерения для оценки параметров радиоприемного устройства АДМР «Тропа» – стратегическая задача, позволяющая использовать сложную наукоемкую продукцию для повышения обороноспособности страны.

Использование данных спутниковых радионавигационных систем и создание единого навигационно-информационного поля локальной радиотехнической системы на базе отечественной (РСБН/ПРМГ) и зарубежной (LVT/TACAN) систем является логичным продолжением процесса совершенствования и модернизации национальной системы ближней навигации [2, 3]. Перспективная многофункциональная локальная радиотехническая система может явиться основой возрождения единого навигационного поля для авиации всех ведомств Российской Федерации и достижения требуемых для обеспечения высокого уровня безопасности полетов точности, непрерывности и целостности навигационных определений летательных аппаратов [2].

**Список литературы**

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 ноября 2001 года № 1564-р «Об освобождении

радиочастотного диапазона для систем подвижной сотовой связи и модернизации наземного и бортового оборудования радиотехнических систем ближней навигации и посадки» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456034328> (дата обращения: 12.11.2020).

2. Бабуров В.И., Колесников А.К., Столяров Г.В.. Проблемы ближней навигации // Воздушно-космическая оборона, 2008. № 3.

3. Бабуров С.В., Буряков Д.А., Велькович М.А., Елисеив Б.П., Иванов А.В., Козлов А.И. и др. Перспективы развития радиотехнических систем гражданского назначения // Научный вестник МГТУ ГА, 2012. № 176.

4. ГОСТ РВ 5801-001-2008. Техника связи, обнаружения, телекоммуникаций, радиолокационное оборудование. Радиоприемники. Требования к частотной избирательности. М.: Стандартинформ, 2009. 15 с.

5. ОАО «ВНИИРА» впервые представит новое поколение наземных средств ближней навигации на МАКС-2013 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aex.ru/news/2013/8/23/109635/> (дата обращения: 08.08.2020).

6. Решение содружества независимых государств от 25.10.2019 г. «Об Основных направлениях (плане) развития радионавигации государств – участников СНГ на 2019–2024 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://vpk.gov.by/documents/Основные%20направления%20развития%20радионавигации%20СНГ%20на%202019-2024%20годы.pdf> (дата обращения: 11.09.2020).

### ПРИНЦИП МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ БЕГОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Лобанов С.В., Науменко В.А.

*Донской государственный технический  
университет, Ростов-на-Дону,  
e-mail: serzh-lobanov-98@mail.ru,  
Kingviktor1999@yandex.ru*

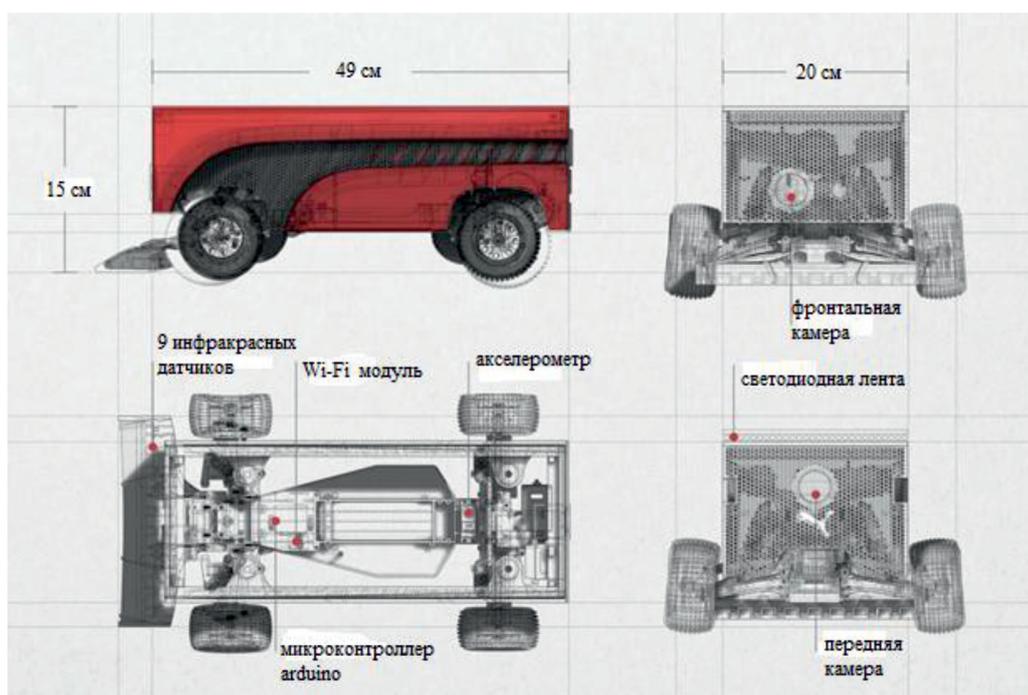
Статья посвящена проектированию мобильного робота, контролирующего скорость движения начинающих спортсменов во время трени-

ровок. Статья содержит аналитический обзор состояния вопроса, обзор ближайших аналогов, принцип работы робота во время тренировки, структурную схему объекта управления, список использованных источников.

В настоящее время робототехника все больше затрагивает сферу спорта. Роботы тестируют спортивное снаряжение, соревнуются с человеком и помогают улучшать результаты профессиональных спортсменов. Но на данный день робототехника в малой степени касается профессиональных спортсменов и совсем не касается разработки мобильных роботов для подготовки непрофессиональных спортсменов.

**Единственный аналог.** Компания Puma в 2016 году представила робота BeatBot, предназначенного для профессиональных спринтеров. Робот может повторить результат на 100м. за 9.69сек, который был установлен Уссейном Болтом (Usain Bolt) на олимпийских играх в 2008 году. Робот не продается и доступен только спортсменам подписавшим контракт с Puma. BeatBot оборудован 9 инфракрасными датчиками отслеживающими положение линии, подсветкой для занятий вечером, двумя камерами для анализа тренировок.

**Концепция.** Концепт мобильного робота для тренировок бегунов представляет собой мобильную тележку с системой технического зрения для контроля движения по разделительной белой линии. Данный робот предназначен для ведения новичков на отрезках во время тренировки, с целью преодоления отрезка за заданное время.



Устройство робота BeatBot