

## УСТАНОВКИ НАПРАВЛЕННОГО АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОТПУГИВАНИЯ ПТИЦ В АЭРОПОРТАХ

Н. П. Красненко, А. С. Раков, Д. С. Раков, Ц. Д. Сандуков

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск,  
[krasnenko@imces.ru](mailto:krasnenko@imces.ru), [dipol@ngs.ru](mailto:dipol@ngs.ru), [rakov@imces.ru](mailto:rakov@imces.ru), [tsyden@ngs.ru](mailto:tsyden@ngs.ru)*

С развитием авиатранспорта участились случаи столкновения птиц с воздушными суднами (ВС). В результате, которых ВС наносятся повреждения различного характера от нарушения целостности обшивки до вывода из строя двигателей. Большая часть данных случаев происходит в пределах взлетной полосы аэродрома, при взлете или посадке воздушного судна. Для предотвращения столкновений воздушных судов с птицами разрабатываются целые комплексы мероприятий.

На современном этапе развития науки необходимо внедрять более технологичные устройства и способы, применяемые для этих целей. К таким устройствам относятся биоакустические программируемые отпугиватели птиц. Принцип таких устройств заключается в воспроизведении тревожных криков птиц либо отпугивающих сигналов. Применение биоакустических отпугивателей с использованием методов, которые наносят ущерб здоровью птиц (отстрел), позволяет избежать эффекта «привыкания». И, следовательно, избежать снижения эффективности применения устройств данного типа. К таким установкам предъявляется ряд требований, таких как мобильность, четкость воспроизведения сигналов, защита от осадков. Обычно такие системы состоят из акустического излучателя и электронной части. В качестве акустического излучателя используются пьезоэлектрические или электродинамические излучатели. Пьезоэлектрические излучатели отличаются большим КПД и меньшим весом, в то время как у электродинамических излучателей полоса воспроизводимых частот намного шире. В электронной части задаются параметры воспроизведения: тип сигнала, длительность импульса, частота повторения сигналов, мощность звука.

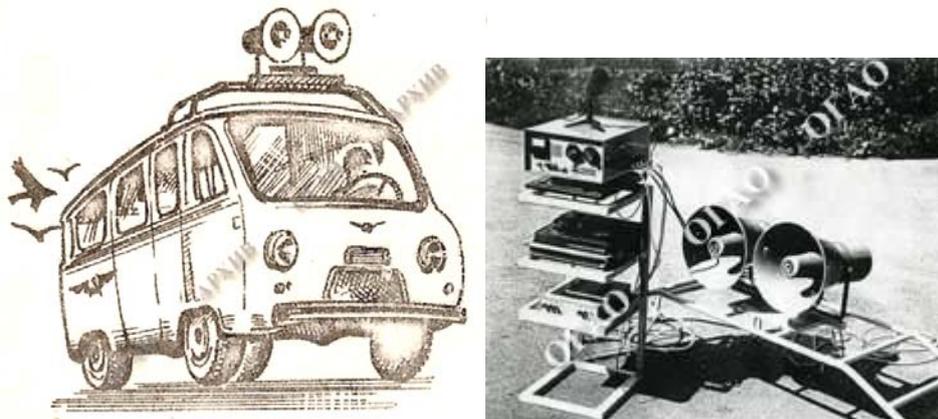


Рис. 1 — Биотехническая установка для отпугивания птиц «Беркут»

Предшественником таких устройств является биотехническая установка для отпугивания птиц от взлетных полос «Беркут». Монтировалась в автомобилях УАЗ-452 или на другом транспортном средстве, применяющемся в аэропортах. Напряжение питания 12 В от бортовой сети автомобиля. Фонограмма тревожных криков птиц усиливалась и транслировалась двумя акустическими агрегатами направленного действия, установленными на поворотной платформе. Максимальная выходная мощность данной установки составляла 120 Вт. Диапазон воспроизводимых частот составлял 400–16 000 Гц. Дальность действия не менее 500 м. Могла использоваться в зонах с умеренным и холодным климатом.

По данным сети Интернет в аэропортах РФ применяются биоакустические отпугиватели: «Универсал-Акустик», БАП-03, а также отпугиватель иностранного производства Bird Gard Super Pro AMP. Количество сигналов воспроизводимых данными устройствами варьируется от 4 до 300 в зависимости от модели. Отличаются они использованием различных акустических излучателей, вследствие этого, полосой воспроизводимых частот. Существенным минусом таких систем является ограничение применения при условиях низких температур. Нижняя граница рабочей температуры составляет  $-20^{\circ}\text{C}$ , в то время как температура воздуха опускается до минус  $30-40^{\circ}\text{C}$  в регионах Сибири и на Дальнем Востоке.



Рис. 2 — Биоакустическая системы: а) «Универсал-Акустик»; б) БАП-03

БАП-03 снабжен двумя электродинамическими рупорными излучателями, подключенными ко входу усилителя мощности устройства. Источником питания служит аккумуляторная батарея 12 В. В целях экономии электроэнергии установлен фотоэлемент, отключающий устройство в темное время суток. Выходная мощность составляет 60 Вт.



Рис. 3 — Биоакустическая система Bird Gard Pro Super AMP

Система американского производства Bird Gard Pro Super AMP состоит из акустического излучателя, солнечной батареи и электронной части. В качестве излучателя выбраны пьезоэлектрические рупорные громкоговорители в количестве 20 штук, излучающие в четырех направлениях.

Установка «Универсал-Акустик» отличается от аналогов большим числом воспроизводимых сигналов и максимальной выходной мощностью, которая составляет

величину порядка 200 Вт. Все приборы показали увеличение эффективности отпугивания птиц при использовании в комплексе с другими традиционными методами и средствами.

Из-за отсутствия защиты от попадания дождя рупорные громкоговорители имеют свойство выходить из строя вследствие попадания влаги внутрь излучателя. В таблице 1 приведены основные характеристики данных систем.

Таблица 1 — Характеристики систем биоакустического отпугивания

Параметр	Биоакустическая система		
	Универсал-Акустик	БАП-3	Bird Gard Super Pro AMP
Диапазон воспроизводимых частот	90–19000 Гц	нет данных	2 000–10 000
Максимальная выходная мощность	200 Вт	60 Вт	нет данных
Электропитание	стационарный источник 220 V AC 50 Гц	12 В	солнечная батарея 40 Вт, от 12 В либо от 220 через адаптер
Длительность сигнала отпугивания, сек	30–60	30, 60, 90,120	нет данных
Объём памяти установки	до 300 сигналов	4 сигнала	от 1 до 8 сигналов
Число динамиков	8	2	20
Радиус действия	более 600 метров	500 м	нет данных
Диапазон рабочих температур	от -20°C до +60°C	нет данных	нет данных
Возможность программировать	есть	есть	нет данных
Размеры	133x40x46 см	нет данных	813x533x76 мм
Длительность пауз	задается	задается	от 17 сек до 30 минут
Защита от атмосферных осадков	да	нет данных	нет данных
Стоимость	нет данных	75 000 руб	190 000 руб

Наши исследования в области разработки и применения акустических устройств, генерирующих мощный акустический направленный луч, позволяют предложить новый тип биоакустических отпугивателей. В состав устройства, кроме непосредственно излучающей системы, входят также портативный компьютер и источник питания. Акустический излучатель представляет собой антенную решетку, состоящую из множества отдельных излучающих элементов, расположенных на плоскости по определенному закону и синфазно генерирующих звуковые колебания. Данное устройство может работать в том же режиме, что и обычные стационарные пассивные системы контроля, воспроизводящие тревожные сигналы через определенные промежутки времени.

Другим способом применения разработанного нами устройства является непосредственное воздействие на птиц с помощью акустического сигнала большой мощности порядка 150 дБ в направлении посадочной полосы. Устройство акустического воздействия (УАВ) позволяет концентрировать акустическое излучение в направленный луч. Объект, находящийся в центре луча, подвергается сильнейшему звуковому воздействию. Данное устройство акустического воздействия может применяться непосредственно перед взлетом самолета для отпугивания птиц с взлетной полосы. Ширина луча составляет около 15° на частоте 2000 Гц. Такая «узконаправленность»

позволяет генерировать излучение в узкий сектор и, в совокупности с применением звукозащитной бленды, значительно уменьшает воздействие звука на людей, находящихся поблизости зоны действия установки, а также снижает интенсивность излучения, воздействующего на оператора, находящегося непосредственно позади излучателя. Возможность монтажа данной системы на автомобиль позволяет применять УАВ в любой точке аэропорта, направляя акустический луч непосредственно в область скопления птиц с небольшого расстояния. Установка видеорегистрирующей и управляющей аппаратуры позволит, находясь в здании аэропорта или в кабине автомобиля, дистанционно управлять направлением распространения излучения установки, а также всеми параметрами, такими как тип, частота, длительность сигнала и т. п.

Были разработаны акустические излучатели АИ-40 и АИ-91, обладающие следующими техническими характеристиками.

Таблица 2 — Характеристики систем АИ-40 и АИ-91

Акустический излучатель	АИ-40	АИ-91
Число элементов	40	91
Потребляемая электрическая мощность, Вт	450	1000
Максимальное акустическое давление, дБ/1м	145	155
Габариты, мм	1000x1000x300	1237x1392x296
Ширина ДН	15°...7° (2000...5000 Гц)	15°...7° (2000...5000 Гц)
Минимальная рабочая температура, °С	-30°С	-30°С
Масса, кг	40	60
Дальность вещания	Не менее 1000 м	Не менее 1500 м



Рис. 4 — Установки акустического воздействия на основе излучающих систем АИ-40 и АИ-91

Соответственно биоакустический отпугиватель на основе данных устройств имеет характеристики, приведенные в таблице 3. Портативный компьютер, входящий в состав системы, расширяет функциональные возможности данного устройства. Акустический излучатель, расположенный на поворотном устройстве, поворачивается в горизонтальной и вертикальной плоскостях усилиями оператора. При установке на транспортное средство система через инвертор напряжения подключается к бортовой сети автомобиля. Тщательно подобранные электронные комплектующие увеличивают диапазон рабочих

температур до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Масса устройства составляет около 40 кг. При необходимости два человека легко справляются с перемещением и установкой биоакустического отпугивателя на новом месте.

Таблица 3 — Характеристики биоакустического отпугивателя

Диапазон воспроизводимых частот:	1000–27000 Гц
Максимальная выходная мощность:	1000 Вт
Электропитание:	стационарный источник 220 V AC 50 Гц или от автомобиля с помощью инвертора
Длительность сигнала отпугивания:	Любая (задается оператором)
Объём памяти установки:	Неограниченно
Направленность звукового излучения:	от $15^{\circ}$ до $7^{\circ}$
Радиус действия:	более 1000 метров
Уровень мощности	155 дБ
Минимальная рабочая температура	$-30^{\circ}\text{C}$

Данная система лишена всех недостатков вышеупомянутых систем и обладает такими преимуществами, как высокий уровень сигнала, направленность воздействия. Использование оригинального программного обеспечения позволяет воспроизводить не только сигналы, записанные в память устройства, но и генерировать различные виды сигналов, такие как синусоидальный, импульсный, белый шум, варьируя при этом частоту, длительность, мощность. Данная функция может применяться также для изучения интенсивности (эффективности) воздействия звука на птиц в зависимости от частоты. Таким образом, установка акустического воздействия может применяться как биоакустический отпугиватель, так и как мобильная звуковая пушка, которая не причиняет летального вреда живым существам, но эффективно воздействует на их поведение. Возможности системы не исчерпываются только функцией отпугивания. На ее основе планируется реализовать акустический локатор для зондирования атмосферы, который будет обеспечивать дистанционные наблюдения профиля скорости ветра в нижнем слое атмосферы. Мониторинг скорости ветра может осуществляться непрерывно, все данные об изменении структуры атмосферного пограничного слоя тут же отображаются на дисплее. На основе полученных данных можно оценить величину сдвига ветра и интенсивность турбулентных потоков в направлении движения ВС.