

УДК 631.348.2

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В
АВТОМАТИЧЕСКОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ
ОТПУГИВАНИЯ СИНАНТРОПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ (НА
ПРИМЕРЕ НОРОК)**

Попов Антон Николаевич

аспирант

264241@mail.ru

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

г. Тюмень, Россия

Аннотация. В статье изучена проблема утраты продукции сельскохозяйственного назначения при воздействии на данную продукцию вредителями. Проведен анализ технологических методов борьбы с вредителями – синантропными млекопитающими. Произведено выделение положительного эффекта воздействия реализации акустического метода воздействия на синантропных млекопитающих, в частности с применением ультразвукового отпугивателя.

Разработана автоматическая система ультразвукового отпугивания синантропных млекопитающих с возможностью определения – детекции синантропного млекопитающего при помощи глубокого машинного обучения. Рассмотрены последовательно пути модификации конструкции с учетом потребностей.

Ключевые слова: синантропные млекопитающие, куны, норка, электрофизический метод борьбы, отпугиватель.

Постановка проблемы.

Анализ влияния человека на происходящие процессы в сельскохозяйственном секторе позволяет увидеть, что послужило толчком в увеличение количества вредителей сельскохозяйственной продукции.

В данном случае подразумеваются синантропные млекопитающие. Данные млекопитающие наносят огромный вред сельскохозяйственной продукции, при этом не только уничтожая продукцию, но и повреждая и загрязняя ее. При рассмотрении мировой статистики, потери продукции сельскохозяйственного назначения от разного рода вредителей (и в том числе синантропных млекопитающих) насчитывают свыше 244 миллиардов долларов в год. [1-5] Данные статистики говорят об огромных потерях продукции не только в период ее выращивания продукции, но и в период хранения.

В связи данной проблемой, устранение факторов воздействия разноплановых вредителей на продукцию сельскохозяйственного производства является важной задачей.

Существенный вред продукции сельскохозяйственного назначения приносят синантропные млекопитающие. В текущей работе подразумеваются редко отраженные в научных работах сельскохозяйственные вредители куньи (норки, хорьки, ласки и другие).

Одной из особенностей борьбы с такими млекопитающими (европейская норка) является законодательный запрет на истребление. Данный запрет позволяет производить только отпугивание, как меру воздействия на млекопитающее.

Существует много методов борьбы с данными млекопитающими. Данные методы показали свою неэффективность при их применении. Затраты при применении того или иного метода, направленные на отпугивание и количество сохраненной продукции показали свою неэффективность. Поэтому озвученные проблемы в текущих реалиях требуют значительной адаптации существующих методов борьбы с синантропными млекопитающими и применение сложных систем, с внедрением современных цифровых алгоритмов и программно-

аппаратных комплексов. А значит требуются современные решения в данной области.

Цель исследования: Разработка и апробация системы ультразвукового отпугивания синантропных млекопитающих с применением компьютерного зрения на примере полевых испытаний на предприятии по искусственному выращиванию рыбы.

Материалы и методы исследований.

Для оценки влияния ультразвуковых колебаний на норку были проведены полевые исследования. Основным источником являются данные, которые были получены в ходе данных полевых исследований.

В течение двух лет на производственном участке рыбоводческого предприятия, расположенном на озере, проводилась серия экспериментов. На данном участке расположены садки с маточными стадами ценных пород рыб, которые подвержены порче и уничтожению норкой.

Теоретическая часть статьи опирается на материалы и исследования ведущих научных коллективов зарубежных и российских университетов и лабораторий. В процессе исследования применялся визуальный метод наблюдения, в следствие чего был разработано и проведено экспериментальное испытание системы ультразвукового отпугивания синантропных млекопитающих (норок) с применением компьютерного зрения. [6-10]

Для проведения эксперимента по оценки влияния ультразвукового воздействия, была разработана система, состоящая из нескольких элементов. Данная система в ходе проведения эксперимента осуществляла направленные звуковые колебания в краткосрочном интервале в ночной период, когда садки были наиболее подвержены нападению норки.

Звуковые колебания производились в непрерывном режиме и на максимальной мощности в частотном диапазоне 20-50 кГц с уровнем звукового давления на расстоянии 2 метра до 120 Дб.

Результаты воздействия ультразвуковой системой на норку были зафиксированы с помощью фото и видео съемки. Дополнительно, уже в светлое время суток, проводились измерения минимального удаления следов норки от экспериментального садка. [11]

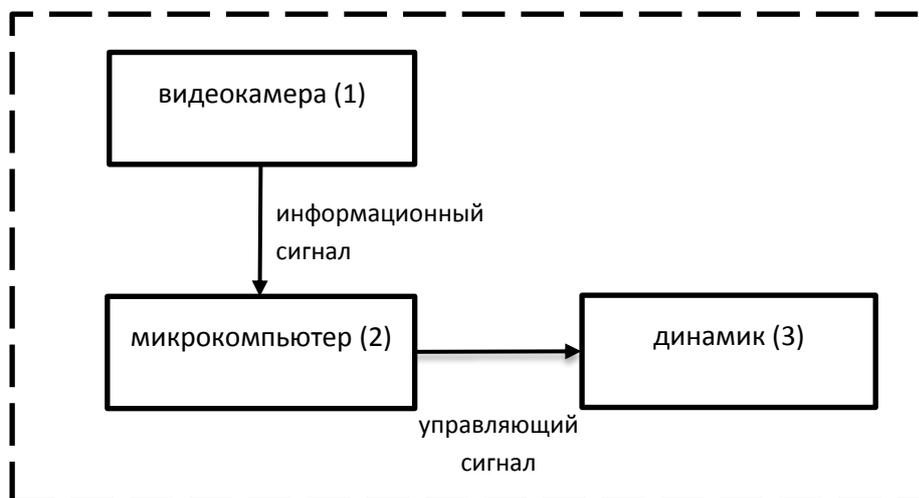


Рисунок 1 - Схема экспериментального устройства

В процессе исследования использовались диалектический и экономико-статистический методы оценок.

Разработанная система состояла из ряда элементов: видеокamera, в которую встроен датчик движения (1), микрокомпьютер, который осуществляет обработку входящего сигнала (2) и динамика, который транслирует низкочастотный ультразвук нужной для отпугивания частоты (3).

Разработанная экспериментальная система действовала по следующему принципу:

1. Приближение синантропного млекопитающего фиксировалось камерой, которая, как только происходит движение в зоне видимости, производила несколько снимков. Данные снимки необходимы для формирования базы полевых изображений, с помощью которых в дальнейшем стало возможно обучение нейронной сети для распознавания норки.

2. Наличие движения, фиксированное камерой, являлось необходимым фактором для включения ультразвуковых колонок. Включение происходило на время, которое достаточно для отпугивания норки. Данный временной интервал работы был определен экспериментальным путем.



Рисунок 2 - Фиксация следов норки

Исследование, были проведены на научно-производственной площадке предприятия Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО», которая находится на озере «Волково», Тобольского района Тюменской области. Данные эксперимента позволили оценить возможность использования ультразвука в качестве средства для отпугивания синантропных млекопитающих.

При проведении последующих экспериментальных исследований, в полевых условиях на данном предприятии, автоматическая ультразвуковая система отпугивания была доработана, и включение ультразвуковых колонок осуществлялось уже по результатам распознавания или не распознавания норки обученной нейронной сетью, установленной на ЭВМ.

Результаты исследований и обсуждение.

Анализ статистики предприятия и журнала наблюдений позволили сделать выводы о появлении норки на участке предприятия ежедневно в осенне-весенний период в вечернее и ночное время. О чем сигнализировали следы норки. Следы располагались в непосредственной близости от садков с рыбой. Норка осуществляла порчу ценных пород рыб (муксун), оставляя характерные следы волочения рыбы по снегу и чешую.

Чтобы исследовать влияние ультразвукового воздействия на поведение норки, система была размещено в непосредственной близости к месту проникновения норки в садки. Система ультразвукового отпугивания работала с наступлением сумерек и до наступления светлого времени суток. Для

фиксации факта приближения норки к садкам с рыбой была настроена IP камера.

В дневное время также проводилась фиксация следов норки на снегу, для дополнительного подтверждения ее физического нахождения в районе садков. Проводились замеры минимального удаления следов норки от садков.

Как можно наблюдать на фотографиях, следы вредителя не наблюдались рядом с садками. Следы норки наблюдались непосредственно вне территории садков. Также на время проведения экспериментальных исследований отсутствовали следы волочения рыбы по снегу вблизи экспериментального садка.

Приближение норки, во время проведения экспериментальных исследований, фиксировалась на расстояние не более 1,4 метра относительно расположения системы отпугивания.

Наращивание уровня частоты системой было зациклено, то есть происходило постоянное поднятие частоты от 20 до 50 кГц, затем происходил возврат на 20 кГц и цикл повторялся. В целом можно сказать, что показатели прибора при процессе отпугивания норки изменялись незначительно. [12]

Животные, в зависимости от своей принадлежности к определенному виду, наиболее чувствительны к определенному диапазону ультразвуковых колебаний. Поэтому, для отпугивания млекопитающих разных видов необходимо использовать диапазон колебаний, оказывающий максимальное раздражающее влияние, а для того, чтобы ультразвуковое воздействие не вызывало привыкания, оно должно иметь краткосрочный характер.

Используя современные алгоритмы машинного обучения можно решить данную проблему, разработав аппаратно- программный комплекс. В нашем случае происходит с помощью IP камеры фиксация изображения норки в момент нахождения ее в радиусе воздействия ультразвукового устройства.

Однако, анализ существующих решений и трудностей в работе с изображениями с использованием нейронной сети позволяет сделать выводы, но изображения, сделанные в ночное время, содержат дополнительные помехи,

высокий уровень шумов, низкий уровень контрастности и размытые границы. Данный аспект существенно затрудняет работу с такими изображениями, без предварительной обработки изображения. Дневные снимки позволяют получить более качественные изображения и не применять дополнительной обработки.

В нашем случае, в связи с тем, что норка осуществляет вылов рыбы в ночное время при слабом освещении периметра производственного участка, и, следовательно, ночной фотофиксацией, необходимо осуществлять дополнительную обработку с изображения для повышения уровня точности распознавания.

В данном случае, применение комбинированных подходов в обработке изображения для последующего распознавания аномалий. Данные комбинированные подходы позволяют использовать различные алгоритмы распознавания, в зависимости от качества получаемого изображения.

Проблемы такого характера при решении прикладных задач нейронными сетями возникают неоднократно. [13] С ростом прогресса и развитием компьютерных технологий, снижением общей стоимости аппаратных комплексов, глубокое машинное обучение все больше и входит в различные прикладные отрасли нашей жизни. Возникают гибридные нейронные системы, появляются новые, усовершенствованные математические алгоритмы.

В нашем случае обучение нейронной сети происходит по двум направлениям. В первом случае обучение нейронной сети происходит по качественным изображениям европейской норки, обыкновенного волка, лесного хорька. Нейросеть обучается различать животных между собой, выделяя нужные признаки изображения. На выходе такого алгоритма получаются значения признаков, закодированные в некое N-мерное пространство, что позволяет нейросети сравнивать набор для одного изображения млекопитающего с набором для другого, и самообучаться с увеличением количества опытных изображений.

Во втором случае алгоритмы нейронной сети обучаются анализировать размер млекопитающего. Обучение проводится на изображениях различного качества для увеличения количества успешных опытов. В процессе работы происходит детекция по сделанной фотографии: определение размера млекопитающего, сравнение его с существующими аналогами из базы знаний, использованной для обучения нейросети.

После того, как будет распознана норка, необходимо подать цифровой сигнал включения на устройство воспроизведения звука.

В том случае, когда будет получен успешный результат воздействия ультразвукового сигнала на норку, т.е. будет произведено отпугивание, данный результат необходимо занести в базу данных. В дальнейшем полученные результаты сравниваются при определении синантропного млекопитающего.

В случае получения отрицательного результата при работе устройства, необходимо осуществить поэтапное воспроизведение ультразвукового сигнала разных частотных диапазонов, фиксируя при этом полученный эффект. И при возникновении отпугивающего эффекта занести результаты в базу данных.

Таким образом, автоматическая ультразвуковая система, используя современные алгоритмы компьютерного зрения, позволяет распознавать млекопитающих в зависимости от потребностей сельхоз предприятия и осуществлять отпугивание ультразвуковыми колебаниями.

Выводы. Таким образом, по результатам экспериментального исследования были получены доказательства того, что система ультразвукового отпугивания синантропных млекопитающих с применением компьютерного зрения может быть использована для отпугивания норок.

Также, в результате полевых испытаний была получена информация о необходимых действиях для модернизации разработанной системы, а именно:

1. Расширение границ рабочих температур, в которых система может функционировать (от -40 до $+40$ °С). Необходимо, для увеличения потенциального охвата климатических зон (территорий), где система может быть применена;

2. Разработка системы контроля внешнего освещения для снижения затрат предприятия и повышения эффективности работы системы по распознаванию;

3. Проведение анализа существующих решений с применением машинного обучения, используемого для распознавания образов при разработке охранных систем с целью повышения эффективности системы;

4. Разработка методики расчета параметров системы ультразвукового отпугивания синантропных млекопитающих с применением компьютерного зрения на сельскохозяйственных предприятиях для адаптации характеристик системы под потребности сельскохозяйственных предприятий и комплексов.

Дальнейший путь проведения исследования предполагает реализацию основных направлений, связанных с решением поставленных задач по модернизации системы:

1. Разработка автоматической системы управления освещением;

2. Анализ влияния светового потока разной длины волны на полученные изображения норки в ночное время и влияние его на эффективность работы системы;

3. Анализ существующих решений с применением машинного обучения, которые используются для распознавания образов при разработке охранных систем.

Список литературы:

1. Говорушко, С.М. Млекопитающие и птицы — сельскохозяйственные вредители: глобальная ситуация / С.М. Говорушко // С.-х. биол., Сельхозбиология. – 2014. – №6. – С. 15-25.

2. Геворкян, И.С. Об эффективности методов борьбы с мышевидными грызунами на животноводческих комплексах / И.С. Геворкян // Альманах Пространство и Время. – 2016. – №2. – С. 39

3. Присный, А.В. Методические рекомендации к проведению осеннего обследования на выявление полевых вредителей / А.В. Присный. – Белгород, 1979. – 68 с.

4. Коробов, В.А. Защита мягкой яровой пшеницы от комплекса специализированных вредителей в Западной Сибири и Северном Казахстане / В.А. Коробов: Дисс. д. с.-х. н. – Новосибирск. 2006. – 270 с.

5. Танский, В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите зерновых культур / В.И. Танский, М.М. Левитин, Т.И. Ишкова, В.И. Кондратенко // Сборник методических рекомендаций по защите растений. – СПб.: ВИЗР. 1998. – С. 5-55.

6. Alexey Petrov, Anton Popov, Application of computer vision technology in the development of ultrasonic repeller, E3S Web of Conferences Vol. 164, May. 2020.

7. Vasily Uzun, Natalya Shagaida, Zvi Lerman, Russian agriculture: Growth and institutional challenges, Land Use Policy, Volume 83, April 2019.

8. Alexey Petrov, Anton Popov, Overview of the application of computer vision technology in fish farming, E3S Web of Conferences, Volume 175, 0215 (2020).

9. Arthur Z. da Costa, Hugo E.H. Figueroa, Juliana A. Fracarolli, Computer vision based detection of external defects on tomatoes using deep learning, Biosystems Engineering, Vol. 190, Feb. 2020.

10. Alexey Petrov, Anton Popov Computer vision technology in the development of an ultrasonic repeller // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2020. - Vol. 111.

11. Андреев, Л.Н. Разработка и апробация ультразвукового отпугивателя норок / Л.Н. Андреев, А.Н Попов // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 6. С. 42-50.

12. Басуматорова, Е.А., Савчук И.В., Попов А.Н., Петров А.М. Разработка автоматической системы ультразвукового отпугивания норок на рыбохозяйственном предприятии с применением технологии компьютерного

зрения / Е.А. Басуматорова, И.В. Савчук, А.Н. Попов, А.М. Петров // Известия ОГАУ. – 2020. – №6 (86).

13. Юнусова, Л.Р. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей / Л.Р. Юнусова, А.Р. Магсумова // Наука, образование и культура. - 2019. - №7.

14. Диссертация Клементьева Светлана Алексеевна, Новые методы и средства борьбы с синантропными грызунами на объектах ветеринарного надзора.

15. Денисенко, В.И. Биологические, гигиенические и методические аспекты профилактики и борьбы с грызунами отряда мышиных / В.И. Денисенко // ЗНиСО. – 2008. – №2.

16. Говоров, Д.Н. Хорошее подспорье в борьбе с мышевидными грызунами / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, М.Ю. Проскурякова // Защита и карантин растений. – 2014. – №6.

17. Орехов, И.В., Москвитина Э.А., Пичурина Н.Л., Забашта М.В., Адаменко В.И., Феров Д.А. Мелкие млекопитающие как компоненты паразитарных систем при природно-очаговых инфекциях в Ростовской области / И.В. Орехов, Э.А. Москвитина, Н.Л. Пичурина, М.В. Забашта, В.И. Адаменко, Д.А. Феров // Национальные приоритеты России. – 2011. – №2 (5).

UDC 631.348.2

**THE USE OF COMPUTER VISION IN AN AUTOMATIC
ULTRASOUND SYSTEM FOR SCARING OFF SYNANTHROPIC
MAMMALS (MINKS)**

Popov Anton Nikolayevich

Post graduate student

264241@mail.ru

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals

Tyumen, Russia

Annotation. The article studies the problem of loss of agricultural products when exposed to pests. The analysis of technological methods of pest control - synanthropic mammals is carried out. The positive effect of the implementation of the acoustic method of influence on synanthropic mammals, in particular with the use of an ultrasonic repeller, has been identified.

An automatic system for ultrasonic scaring of synanthropic mammals has been developed with the ability to determine - detect a synanthropic mammal using deep machine learning. The ways of design modification taking into account the needs are considered sequentially.

Key words: synanthropic mammals, mustelids, mink, electrophysical method of control, repeller.