

А.С. Фомина ✉

П.В. Васильев

А.А. Крикунова

А.М. Ермаков

Донской государственный
технический университет,
Ростов-на-Дону, Россия

✉ a_bogun@mail.ru

Поступила в редакцию: 21.05.2025

Одобрена после рецензирования: 11.09.2025

Принята к публикации: 26.09.2025

© Фомина А.С., Васильев П.В.,
Крикунова А.А., Ермаков А.М.

Review



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-399-10-58-70

Anna S. Fomina ✉

Pavel V. Vasiliev

Anastasia A. Krikunova

Alexey M. Ermakov

Don State Technical University, Rostov-
on-Don, Russia

✉ a_bogun@mail.ru

Received by the editorial office: 21.05.2025

Accepted in revised: 11.09.2025

Accepted for publication: 26.09.2025

© Fomina A.S., Vasiliev P.V., Krikunova A.A.,
Ermakov A.M.

Современные методы и средства оценки проблемного поведения собак-компаньонов: аналитический обзор

РЕЗЮМЕ

Потребность в разработке и применении комплексных методов анализа поведения собак-компаньонов связана с возможностью раннего выявления поведенческих признаков снижения благополучия. Проведение опросов и ретроспективный анализ данных могут показывать недостаточную точность. Визуальное наблюдение человеком в процессе анализа поведения сопровождается высокой трудоемкостью и вероятностью погрешности ввиду субъективности восприятия. С этой позиции более валидную информацию позволяет получить использование видеозаписей, датчиков двигательной активности и применение нейронных сетей для анализа данных. Проведенный анализ источников позволил выявить слабую разработанность в российской литературе возможности применения технологии искусственного интеллекта в анализе поведения животных. В связи с этим в данном обзоре освещается вопрос применения метода акселерометрии и систем компьютерного зрения для анализа уровня двигательной активности у собак. Выявление поведенческих паттернов и их динамика в заданный временной интервал могут быть использованы для оценки психоэмоционального состояния, уровня тревоги и стресса, особенностей взаимодействия с человеком, другими животными и поведения в разных ситуациях. Можно предполагать, что данный комплексный подход создаст возможность объективного выявления собак, имеющих нарушения поведения. В совокупности с анализом вокализаций это может предоставить более точную и подробную информацию о коммуникации собак, их психоэмоциональном состоянии, а также способствовать раннему выявлению неблагополучия.

Ключевые слова: искусственный интеллект в зоопсихологии, акселерометрия у собак, психологические тесты для собак, служебные собаки, собака-компаньон, тревожность и агрессия у собак, анализ поведения собак

Для цитирования: Фомина А.С., Васильев П.В., Крикунова А.А., Ермаков А.М. Современные методы и средства оценки проблемного поведения собак-компаньонов: аналитический обзор. *Аграрная наука*. 2025; 399(10): 58–70.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-399-10-58-70>

Modern methods and tools for assessing the problematic behavior of companion dogs: an analytical review

ABSTRACT

The need to develop and apply comprehensive methods for analyzing the behavior of companion dogs is associated with the possibility of early detection of behavioral signs of decreased well-being. Conducting surveys and retrospective data analysis may show insufficient accuracy. Visual observation by a person in the process of analyzing behavior is accompanied by high labor intensity and the probability of error due to the subjectivity of perception. From this perspective, the use of video recordings, sensors of motor activity, and the use of neural networks for data analysis can provide more valid information. The analysis revealed a weak understanding in the Russian literature of the possibility of using artificial intelligence technology in the analysis of animal behavior. In this regard, this review highlights the issue of using accelerometry and computer vision systems to analyze the level of motor activity in dogs. The identification of behavioral patterns and their dynamics in a given time interval can be used to assess the psychoemotional state, the level of anxiety and stress, the characteristics of interaction with humans, other animals and behavior in different situations. It can be assumed that this comprehensive approach will create an opportunity for the objective identification of dogs with behavioral disorders. Together with the analysis of vocalizations, this can provide more accurate and detailed information about the communication of dogs, their psycho-emotional state, and also contribute to the early detection of problems.

Key words: artificial intelligence in zoopsychology, accelerometry in dogs, psychological tests for dogs, service dogs, companion dog, anxiety and aggression in dogs, analysis of dog behavior

For citation: Fomina A.S., Vasiliev P.V., Krikunova A.A., Ermakov A.M. Modern methods and tools for assessing the problematic behavior of companion dogs: an analytical review. *Agrarian science*. 2025; 399(10): 58–70 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-399-10-58-70>

Введение/Introduction

В настоящее время в мировой науке возрастает интерес к разработке объективных методов оценки поведения домашних собак-компаньонов¹. Распознавание активности животных (Animal Activity Recognition, AAR) представляет собой принципиально новую область научных исследований, объединяющую данные ветеринарной науки, зоопсихологии, этологии и алгоритмов глубокого обучения [1]. Важность раннего объективного выявления проблемного поведения связана в том числе с необходимостью диагностики как нарушений состояния здоровья, так и общего снижения уровня благополучия собак [2].

Не вызывает сомнений формирование в современной ветеринарии и зоопсихологии потребности в применении объективных технических решений для оценки психоэмоционального состояния домашних животных. Ранний и своевременный мониторинг признаков поведенческих проблем позволит вовремя применить подходы к ранней диагностике и скорректировать проблемы на начальных этапах. В некоторых случаях только поведенческие проявления отражают уровень благополучия животных (к примеру, случаи жестокого обращения без нанесения физических травм).

Применение набора устройств, регистрирующих проявления поведенческой активности, позволяет определять и моделировать психоэмоциональное состояние животных-компаньонов с учетом индивидуальных и породных особенностей [3]. Классическим подходом к сбору данных для мониторинга типов поведения животных является привлечение человека в качестве наблюдателей. Существенные недостатки данного подхода — его трудоемкость, а также риск избыточного вмешательства в жизнь животных, что может исказить полученные результаты. Применение автоматизированных систем, основанных на непрерывном дистанционном сборе данных с портативных датчиков, позволяет нивелировать данные недостатки без потери информации [4, 5].

Для отслеживания поведения собаки существует возможность применения технологии искусственного интеллекта, что создает возможность объективной оценки характера и движения собак в экспериментальной комнате, ее взаимодействиях с людьми и предметами [6]. В зарубежной литературе применение систем видеонаблюдения и видеоанализа для оценки состояния собак происходит при комплексной оценке благополучия собак при посещении ветеринарных клиник, а также эффективности применения противотревожных препаратов [7–9].

При этом объективная оценка видео с использованием систем компьютерного зрения в

литературе представлена крайне мало и в основном основана на визуальном анализе видео в отсроченном режиме с последующей экспертной оценкой. Если подходы, связанные с оценкой вариабельности сердечного ритма, поведенческих опросных тестов, являются внедренными в повседневную практику, то технические средства, связанные с оценкой показателей двигательной активности, в настоящее время используются слабо.

На основании этого можно утверждать, что высокую научную и практическую значимость приобретает создание подхода к выявлению и прогнозированию нарушений поведения собак, базирующегося на сочетании методов опроса владельцев, наблюдения за поведением животных, физиологических методов диагностики уровня напряженности систем адаптации, технологии искусственного интеллекта для анализа видеозаписей поведения. Решение задачи должно быть жестко регламентировано, экспериментальные ситуации стандартизированы и типичны именно для выявления индивидуальных черт поведения собаки и ее реакций. Такой подход является востребованным как для зарубежной, так и для российской науки, поскольку создаст возможность объективной, всесторонней диагностики и прогнозирования вероятности, причин и последствий нарушений поведения собак без применения дорогостоящих инвазивных методов, требующих специальной подготовки, оборудования, реактивов.

Необходимо отметить, что и в отечественной, и в зарубежной литературе недостаточно представлены исследования, связанные с использованием технологических систем при оценке поведения собак — как рабочих, так и компаньонов. Ограниченный объем публикаций по данной тематике наряду с существующим в обществе запросом на анализ благополучия собак, выявление и идентификацию типа проблемного поведения обуславливает актуальность подобных исследований.

Цели работы — анализ и систематизация представленных в научной литературе данных о возможности использования технических средств мониторинга для объективной оценки проблемного поведения собак.

На основании поставленной цели определены следующие задачи:

- проанализировать состояние вопроса применимости технических средств и современных поведенческих методов при оценке поведения собак в отечественной научной литературе;
- оценить возможность применения методов акселерометрии и видеофиксации поведения собак для выявления паттернов проблемного поведения;

¹ В данной статье под понятием «собака-компаньон» авторами подразумеваются домашние собаки, проживающие совместно с человеком. В зарубежных исследованиях данная роль собак обозначается понятием *pet dogs*. В функции собаки-компаньона входит обеспечение общения и эмоционального взаимодействия с владельцем; практические результаты совместной деятельности не являются обязательными. Данный термин используется авторами как определение именно функциональной роли, без привязки к классификации по FCI (9-я группа пород — компаньоны и декоративные собаки). Аналогичный смысл вкладывается авторами в понятие «животное-компаньон», учитывающие иные биологические виды.

• на основании проведенного анализа литературных источников обосновать подход к использованию поведенческих и технических методов для объективной оценки проблемного поведения собак.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В рамках исследования был проведен анализ литературных источников, представленных в базах научной рецензируемой литературы Elibrary, Pubmed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Science Direct, Google Academy. Отбирались полнотекстовые научные статьи и краткие сообщения, опубликованные на русском и английском языках с 2010 по 2024 г. Выбор временных рамок определен в предыдущих разработках на основании возрастающей актуальности темы исследования.

Отбор научных публикаций осуществляли по ключевым словам: искусственный интеллект в зоопсихологии, акселерометрия у собак, психологические тесты для собак, служебные собаки, собака-компаньон, тревожность и агрессия у собак, анализ поведения собак. При работе с зарубежными базами статей использовали аналогичные ключевые слова на английском языке.

Ключевые слова для отбора определялись на основании наиболее часто применяемых научных терминов в разработках, известных авторам настоящей статьи. Включение статей в анализ проводилось на основании экспертизы не менее двух авторов статьи.

В ходе подбора и анализа литературных источников ключевым аспектом был анализ современного состояния вопроса применимости поведенческих тестов, систем искусственного интеллекта и высокотехнологичных измерительных приборов для оценки и анализа поведения собак-компаньонов.

При первоначальном отборе во всех указанных базах были отобраны не менее 1500 источников. После исключения статей с недоступной полнотекстовой версией, а также не соответствующим целям анализа для написания обзора были отобраны 68 наиболее подходящих источников. Включение статей в анализ проводилось на основании экспертизы авторов статьи.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Современное состояние вопроса в Российской Федерации

Актуальность проводимого исследования была определена на основании анализа отечественных публикаций, представленных в базе РИНЦ за 2010–2024 гг. (более 500 записей) и посвященных методам объективной оценки и поведения собак. Научные исследования в Российской Федерации при решении вопросов применения программно-аппаратных средств, связанных с оценкой поведения собак, представлены

единичными разработками, не имеющими комплексного подхода к анализу проблемного поведения и сконцентрированными на других задачах и классических методах аверсивной дрессировки и условно-рефлекторного поведения. Кроме того, данные публикации представлены в виде тезисов в сборниках конференций, тогда как полнотекстовые статьи единичны.

Ряд исследований, опубликованных практикующими ветеринарными врачами и посвященных отклонениям поведения собак на приеме в ветеринарных клиниках, подтверждают имеющийся в профессиональном сообществе и у владельцев интерес к тематике исследования.

Проанализированные авторами научные разработки могут быть сгруппированы по следующим тематикам: служебное собаководство и подготовка рабочих собак [10–14]; особенности и методы адаптации и социализации собак [15–18].

Исследования, связанные с использованием технологии искусственного интеллекта как одного из средств оценки поведения домашних собак, в отечественной литературе не обнаружены.

Необходимо отметить, что большая часть проанализированных литературных источников касалась использования технологичных устройств для сельскохозяйственных животных, тогда как для собак-компаньонов подобные исследования представлены единичными публикациями. Данный вопрос приобретает особую актуальность для нашей страны, поскольку вопрос анализа свободного поведения животных-компаньонов разработан слабо, тогда как в зарубежной науке это направление является фронтиром [19–25].

В результате недостаточные знания о причинах проблемного поведения животных, высокая индивидуальная вариабельность поведенческих паттернов, разный подход практикующих специалистов, отсутствие учета взаимовлияния владельцев и животных создают крайне разнородную информацию о методах выявления и коррекции поведения животных-компаньонов [25–34]. Необходимо учитывать взаимосвязь длительно сохраняющейся тревожности собак с особенностями индивидуально-типологических свойств центральной нервной системы, спецификой взаимоотношений с владельцами, социализацией, состоянием здоровья (в частности, вероятностью хронического болевого синдрома), возрастом, породными особенностями.

В связи со слабой разработанностью данной проблематики в отечественной научной литературе и имеющихся запросов со стороны биологических и ветеринарных наук коллектив авторов статьи совместно с коллегами разрабатывает теоретические и практические аспекты подходов к оценке проблемного поведения домашних собак-компаньонов. В настоящее время имеются теоретические и прикладные разработки,

позволяющие проанализировать эмоциональное состояние животных на основе анализа спектров вокализаций [32, 33, 35].

В цикле разработок на основании анализа спектрограмм и интервалограмм лая предлагается методика классификации вокализации собак как маркера тревожности или агрессивного поведения. На основании собственных исследований созданы и запатентованы принципиальная и структурная схема устройства и алгоритм регистрации типа деятельности животного при вокализации. Предложена структурная и принципиальная схема устройства для регистрации вокализации собак.

Разрабатывается комплексный подход к оценке проблемного поведения собак-компаньонов с использованием технологии искусственного интеллекта [35]. Данный подход базируется на сочетании применении тестов-опросников для владельцев, методов акселерометрии, термографии и анализа видеозаписей с применением обученной нейронной сети YOLOv8. Комплексный метод показал свою эффективность для выявления и анализа объективных маркеров, позволяющих дифференцировать спокойных, тревожных и возбудимых собак.

Исследование специфики поведенческих методов, применяемых для домашних собак-компаньонов

Принятый в настоящее время подход к исследованию поведения домашних собак-компаньонов, оценке и выявлению поведенческих нарушений на основании одного конкретного метода не позволяет учесть все требуемые факторы, поскольку:

1) индивидуальные поведенческие черты конкретного животного, способ коммуникации с владельцем (проводником), незнакомым человеком, окружающей средой могут привести к существенному разбросу любого показателя при его оди-ночном анализе;

2) высокий уровень субъективности и неточности опросных тестов. Это определяется особенностями восприятия владельцем и экспертом поведения собаки, а также личным опытом. Анализ опросных тестов как ретроспективный анализ в ветеринарии и зоопсихологии имеет точность около 77%;

3) отсутствие видеофиксации поведения и его анализа с помощью экспертной оценки (вручную) и технологии искусственного интеллекта может привести к пропуску ранних поведенческих признаков дезадаптации животных;

4) использование технологии искусственного интеллекта без предварительной оценки анамнеза жизни, паттернов поведения, состояния здоровья и уровня адаптивности собаки не позволяет грамотно проинтерпретировать выявленные тенденции.

Многофакторный подход к изучению поведения может способствовать общему пониманию состояния собаки, выявлению признаков неблагополучия: физиологического, эмоционального, поведенческого, социального. Грамотная оценка свободного поведения животных с учетом медицинского анамнеза и анамнеза жизни, поведенческих тестов и опросников, физиологических показателей состояния, оценки поз, движений и мелких признаков повышенной тревожности [32, 33, 36]. Спецификой данной тематики является инициация исследований со стороны практического использования данных [35, 29, 37–44].

Активные и пассивные движения собак, стиль поведения, реакция на объекты и субъекты рассматриваются как валидный маркер для оценки состояния здоровья и уровня благополучия животных [2]. Доказана разнообразная представленность поведенческих нарушений у собак разных стран, что обусловлено популярностью определенных пород, социальным контекстом и отношением общества к животным-компаньонам [51–54, 56]. [39–42, 44].

Таблица 1. Сравнительный анализ методов оценки поведения собак

Table 1. Comparative analysis of dog behavior assessment methods

Метод	Преимущества	Недостатки	Применимость	Источники
Наблюдение человеком	Простота, доступность, возможность адаптации под индивидуальные особенности собаки	Субъективность, возможное искажение данных из-за человеческого фактора, трудоемкость	Подходит для небольших выборок и при отсутствии технического оборудования	[1, 2]
Видеофиксация	Точная регистрация поведения, возможность последующего анализа, автоматизация через компьютерное зрение	Требует видеокамер и программного обеспечения для анализа, требует стандартизации условий	Идеальна для долгосрочных наблюдений и анализа поведения в естественной среде	[3, 4, 6]
Опросные тесты	Удобство использования, минимальные затраты времени и ресурсов	Высокая субъективность, зависимость от восприятия владельца или эксперта, ограниченная точность	Полезны для предварительной оценки или в качестве дополнения к другим методам	[26, 27, 37, 38]
Акселерометрия	Объективная оценка уровня активности, возможность длительного мониторинга, малые размеры устройства	Ограниченная классификация поведения, нет возможности анализа сложных поведенческих паттернов	Подходит для оценки двигательной активности и выявления изменений в поведении	[5, 55]
Системы на основе ИИ	Высокая точность, автоматизация, возможность анализа больших объемов данных, поддержка анализа в реальном времени	Требует сложного программного обеспечения и мощных вычислительных ресурсов, высокая стоимость внедрения	Перспективны для автоматизированного анализа в реальном времени	[3, 4, 67]

Варианты поведения, доступные к оценке на основании наблюдения, опросников, шкал и видеозаписей, разделяют на 4 категории (табл. 2):

1. Возбужденное поведение: тревога и привлечение внимания, частое или тяжелое дыхание, активные движения, вздрагивания, ориентировочная реакция на звук.
2. Боязливое поведение: дрожь, скуление, арочная осанка, поджимание хвоста, попытка убежать, спрятаться или замереть.
3. Расслабленное поведение: спокойное бодрствование, виляние хвостом.
4. Иное поведение: зевота, лай, рычание, облизывание губ, попытки разгрызть предметы.

Отдельно можно выделить категорию «СДВГ-поведение», проявляющееся в избыточной двигательной активности и импульсивном поведении ввиду резкого снижения тормозного контроля.

Имеются исследования, связанные с применением определенных поведенческих дескрипторов собак для определения типа поведения именно по видеозаписям. В исследовании [45] выделены 15 дескрипторов, к которым отнесли скуку, тревогу, расслабленность, беспокойство, раздражение, ярость, доверчивость, энергичность и др. Валидными маркерами считаются бдительность и концентрация внимания, ориентировочная реакция на звук, вздрагивание, тремор, попытки спрятаться или убежать, а также более мелкие реакции (например, мигание, почесывание, облизывание носа) [46]. Чувствительными маркерами, анализируемыми по видеозаписям, являются прижатые уши, частота и глубина дыхания, скорость и длительность двигательной активности, моргание, вокализация и стремление спрятаться [47].

Тест «Открытое поле»² является классическим физиологическим методом оценки поведения животных, зарекомендовавшим себя для исследования двигательной активности, ориентировочной реакции, исследовательского поведения и уровня тревожности у лабораторных крыс на площадке, разделенной на сектора. Комплекс маркеров, используемых в данном тесте, включает повороты, движение животного вправо и влево, повороты головы, количество актов груминга, дефекации, длину траектории, среднюю скорость и время движения, остановки и замирания. Особенности теста — его высокая вариативность и адаптивность к поставленной задаче, видовой специфике морфологического строения и особенностям высшей нервной деятельности животных.

Для собак существуют варианты использования теста именно для оценки уровня тревожности (на примере лабрадоров) [49, 50]. В основе такого тестирования лежит оценка вероятности преждевременной реакции и нежелательных действий на площадке при свободном поведении и взаимодействии с человеком и предметом [51]. В тесте «Открытое поле» эффективным является изучение влияния позитивных и негативных ситуаций возбуждения, присутствия знакомых и незнакомых людей на поведение и мимику собак. В исследовании [52] показана корреляция положительных эмоций собаки с поисковым поведением, обнюхиванием предметов, высокой постановкой ушей и отсутствием потребности в постоянном зрительном контакте. Поскольку постановка ушей положительно коррелировала с присутствием людей и не сопровождалась признаками тревожности, данный признак является маркером направленного внимания собак.

Таблица 2. Классификация поведенческих паттернов собак по результатам видеонаблюдения

Table 2. Classification of behavioral dog's patterns based on video surveillance results

Категория поведения	Поведенческие маркеры	Примеры видеозаписей (ситуации)	Цель анализа	Источники
Возбужденное поведение	Частое дыхание, вздрагивания, ориентировочные реакции на звук, активные движения, привлечение внимания (лай, прыжки)	Собаки в новом окружении, появление незнакомого человека, резкие звуки	Оценка уровня тревожности и импульсивности, выявление гиперактивности и излишней возбудимости	[4, 47, 49]
Боязливое поведение	Дрожь, скуление, поджатый хвост, арочная осанка, попытка спрятаться или убежать, замирание	Прием у ветеринара, резкие звуки (громкие хлопки, фейерверки), присутствие новых людей	Определение реакции на стрессовые стимулы, выявление страхов и фобий у собак	[46, 48]
Расслабленное поведение	Спокойное бодрствование, виляние хвостом, отсутствие напряженности в движениях, спокойное дыхание	Пребывание в привычной обстановке (дома, на прогулке), взаимодействие с владельцем	Анализ нормального состояния собаки, оценка общего уровня благополучия и адаптации в среде	[5, 59]
Иное поведение	Зевота, лай, рычание, облизывание губ, попытки разгрызть предметы, перемещения с целью поиска	Одинокое пребывание собаки дома, скука, ожидание хозяина	Выявление признаков дезадаптации, стресса или скуки, анализ поведения при длительном одиночестве	[23, 67]
Симптомы СДВГ (гиперактивное поведение)	Прыжки, бег без цели, избыточная вокализация (лай, вой), чрезмерный груминг (вылизывание, почесывание), удары об стены или предметы	Собака в помещении без возможности выхода, ограниченное пространство для движений	Оценка признаков гиперактивности и синдрома дефицита внимания, анализ двигательной активности и ее корреляции с эмоциональным состоянием	[4, 5]

² Hall C.S., Ballachey E.L. A study of the rat's behavior in a field: a contribution to method in comparative psychology. University of California Publications in Psychology. 1932; 6: 1–12.

Недостатками опросных методов и поведенческих тестов у собак являются недостаточная валидность, повторяемость и объективность данных методик, а также большое влияние обстановки тестирования и перспектив обнародования результатов [36]. Поведенческие тесты могут показывать достоверные результаты при регистрации и анализе коротких фрагментов активности в строго определенных, стандартизированных ситуациях [53]. В то же время данные тесты позволяют получить объективные результаты поведения в естественной среде ввиду отсутствия экзогенных помех [43].

Необходимо отметить, что в сравнении с анализом биохимических и физиологических параметров, требующих тщательной подготовки и анализа, поведенческие параметры являются неинвазивными. Однако данные типы анализа поведенческих параметров и опросных тестов имеют ограничения по времени, зависят от компетенций исследователя и точности разработки тестовой процедуры [54].

Возможности использования метода акселерометрии при анализе поведения собак

Ряд исследований посвящены анализу эффективности применения акселерометров для контроля уровня активности собак — здоровых и при возникновении различных заболеваний [55]. Акселерометры потенциально могут применяться для раннего обнаружения изменений активности или характеристик движений у собак, связанных с ухудшением здоровья [56]. С позиции благополучия животных метод акселерометрии перспективен, поскольку модели активности собак-компаньонов и рабочих собак, а также в некоторой степени свободно гуляющих собак привязаны к активности человека [57]. Автоматическое различение поведения принесет пользу поведенческим исследованиям, где поведение традиционно измеряется путем ручной аннотации видеозаписей. Это создает возможность обнаружения поведения, связанного с психологическим или физическим дискомфортом [5].

Акселерометры представляют собой небольшие носимые устройства, закрепляемые на теле собаки — на ошейнике или корпусе [33]. Использование данных устройств позволяет объективно оценить уровень активности собак [55]. Чаще всего используется формат ошейника, на котором закрепляемые датчики регистрируют движения, количество шагов, положения тела и угол наклона головы животных [3]. Именно формат ошейника или шлейки с закрепленным техническим устройством рассматривается как наиболее оптимальный в сравнении с другими носимыми устройствами [5, 33, 55, 58]. При креплении акселерометра и гироскопа на шлейке точность идентификации типа движений составила 91% и 75% — при расположении на ошейнике [5]. При этом мелкие движения (принюхивание) легче

поддавались идентификации в сравнении со спокойным сидением, лежанием и стоянием.

Существует метод классификации поведения собак на основании анализа данных двигательной активности, полученной с использованием акселерометров (на ошейнике) и проанализированных с использованием технологий искусственного интеллекта [3, 59]. Точность распознавания паттерна поведения составляет 94% и выше, а время работы системы — 1 с. Целевым аспектом является не проблемное поведение, а состояние здоровья собак.

Описывается возможность применения метода акселерометрии для оценки цикла «сон — бодрствование» у домашних собак. Важность учета цикла «сон — бодрствование» при оценке уровня благополучия связана с выявленной корреляцией тревожности собак и качества сна. На основании полученных данных была предложена модель сна и бодрствования на основе уровня активности [60].

В разработке [61] показана возможность использования носимых датчиков для поведенческого, экологического и физиологического мониторинга служебных собак в условиях открытых пространств на основании контроля температуры кожи, ЧСС и двигательной активности, объединенных на основе носимой шлейки. Показана возможность неинвазивного контроля состояния собак в процессе поиска и обнаружения целевых объектов (в данном случае обонятельных), что увеличивает перспективность включения собак в человеко-машинные интерфейсы.

Недостатком метода акселерометрии является необходимость жесткой фиксации прибора, так как вносимые аппаратные помехи могут существенно искажать полученные результаты [33, 58, 62]. Использование данных приборов не позволяет классифицировать типы поведения собак в режиме реального времени, поскольку сами акселерометры не имеют подобной функции. Для интерпретации полученных данных необходимы использование специализированного программного обеспечения и математическая обработка данных [5]. Кроме того, в литературе отсутствуют исследования о корреляции показателей акселерометрии и эмоционального состояния животных.

Видеофиксация

Видеофиксация поведения собак является одним из наиболее надежных и современных методов определения нормального и девиантного поведения. Теоретической основой применения видеозаписей является предположение о наличии определенных поведенческих паттернов у собак, имеющих те или иные варианты поведенческих отклонений. Данные паттерны будут отсутствовать у собак без нарушений поведения. Отслеживание и описание двигательной активности и поз собак необходимы для формирования этограммы и уточнения понимания поведения

животных, что создает возможность более объективной оценки [3, 63].

Именно двигательные паттерны являются ключевыми маркерами при оценке поведенческих особенностей собак. Для оценки двигательной активности, связанной в том числе с нарушением состояния здоровья собак, применяются методы актиграфии, акселерометрии [64], видеорегистрации поведения [6, 23]. Комплексная оценка движений и вокализаций позволяет получить объективные результаты поведения в естественной среде [43]. Видеозаписи позволяют более объективно проанализировать поведение животных в сравнении с ручным наблюдением, опросниками и аудиозаписями [47].

Поведение собаки при оценке видеозаписей может быть разделено на статическое (спокойное сидение, стояние, лежание) и активное (любые виды двигательной активности) [2]. Применение анализа видеозаписей является широко распространенным методом оценки поведения, уровня тревожности, стиля реагирования (к примеру, в ветеринарных клиниках на приеме, при тестировании собак для оценки уровня импульсивности).

Модели семейства YOLO являются ключевыми нейросетевыми моделями, применяемыми в большинстве современных исследований. Данные программные средства базируются на использовании унифицированной структуры, которая предсказывает границы объектов и вероятности их принадлежности к определенному классу по исходным изображениям. Такой подход к обнаружению объектов в один этап позволяет обрабатывать видеокadres в режиме реального времени без необходимости дополнительных этапов постобработки.

В исследованиях [4, 65] с применением нейронных сетей были проанализированы данные для оценки поведения собак и классификации окраски эмоциональных состояний на основании движения хвоста. Похожие данные были получены в исследовании [66], где с применением

технологии машинного зрения на основании 3D-трекинга проведен детализированный анализ поведения собак в присутствии и отсутствии незнакомца. Ключевыми показателями стали положение и направление движения кончика хвоста относительно других частей тела.

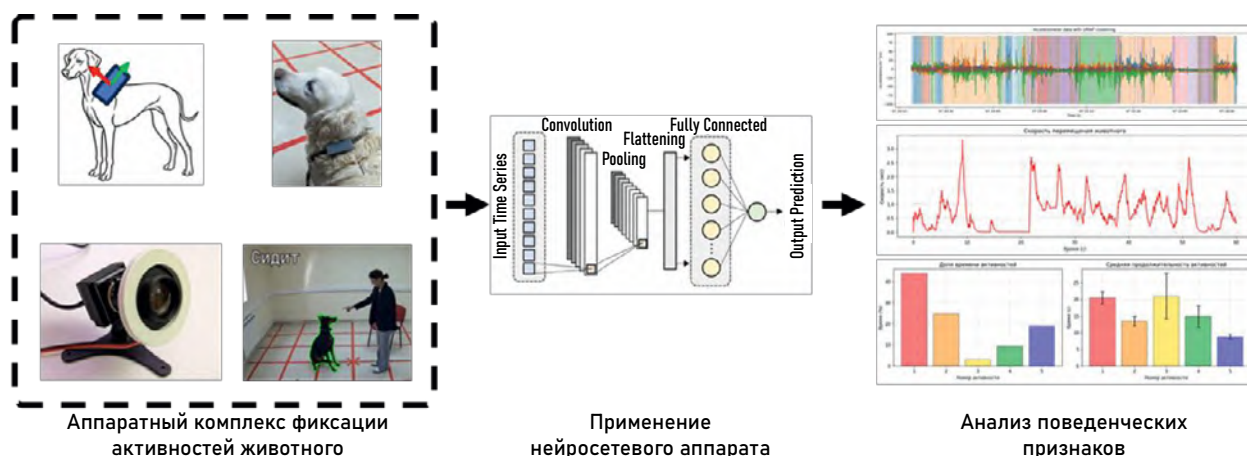
В сходном исследовании [67] в основу классификации было положено отдельное определение положения тела, движений головы и корпуса собаки, а также крупных движений конечностей. Сочетание методов искусственного интеллекта для анализа поведения собак, определяемое авторами статьи как оптимальное на основе данных литературы, приведено на рисунке 1.

В работах [6, 23] описывается метод автоматического слежения и видеофиксации произвольных движений собаки с нарушениями поведения на основании алгоритмов машинного обучения, ответственной за предсказание объектов, расположенных в ее границах. В качестве валидных маркеров для оценки нормального и отклоняющегося поведения собаки применяются скорость движения, охват пространства (в данном исследовании — экспериментальной комнаты), количество и угол поворота корпуса собаки и частота смены направления при движении. На основе анализа видеозаписей СДВГ-подобного поведения собак определены 12 параметров двигательной активности, внедренные в дальнейшем в практику ветеринарного консультирования.

В другом исследовании [4] в качестве маркеров неблагополучного поведения на видеозаписях фиксировали прыжки, удары об стену корпусом, избыточный груминг (почесывание, выкусывание, вылизывание шерсти) и избыточную вокализацию (лай, вой, скуление). Использование видеозаписей при анализе мелких поведенческих признаков, связанных с наличием страха перед громкими звуками, позволило выделить в качестве валидных маркеров длительность бега, одышку, вокализацию, частое моргание и попытки спрятаться [47].

Рис. 1. Схема применения методов искусственного интеллекта для анализа поведения собак

Fig. 1. Scheme of application of artificial intelligence methods for analyzing dog behavior



В комплексном исследовании [68] на основании данных анализа видеозаписей поведения, фМРТ и поведенческих тестов выявлена корреляция активации областей мозга, связанных с эмоциональными реакциями (хвостатое ядро и структуры лимбической системы), обработкой зрительных стимулов и моторных программ, поведенческой активностью при взаимодействии собаки со знакомыми и незнакомыми людьми.

В результате проведенного анализа исследований были выделены поведенческие паттерны, на основании которых авторами выдвигается предположение о факте депривации видотипичного поведения собак. К таковым относится снижение скорости движения и частоты переключения между видами активности [4, 65–68].

Существует прототип системы объективного анализа видеозаписей поведения собак с использованием искусственного интеллекта для мониторинга здоровья и благополучия [2]. Точность работы системы составляет 95% при распознавании типа поведения в режиме реального времени. Целевым аспектом является не проблемное поведение, а состояние здоровья собак.

Последовательный сбор и анализ поведенческих данных, полученных с применением автоматизированных систем, а также их анализ в реальном и отсроченном режиме создадут возможность раннего выявления признаков неблагополучия при минимальном вмешательстве. В условиях больших данных именно системы машинного обучения могут создать возможность объективного выявления, оценки и прогнозирования снижения уровня благополучия животных-компаньонов [3].

Технологии искусственного интеллекта существенно повышают валидность получаемых научных данных. Обученная нейронная сеть может и должна использоваться в научных разработках и практике для быстрого выявления поведенческих признаков дезадаптации при минимальном дообучении.

Сочетание точной оценки позы и отслеживания траектории позволит получить ценные сведения о поведении собаки и оценить различные параметры, связанные с ее движением. Кроме того, это позволит решить актуальнейшую научную проблему разграничения состояний ситуативной тревожности, связанной с новой обстановкой, реакцией на незнакомого человека и по сути являющейся положительной приспособительной реакцией, и длительно сохраняющейся избыточной тревожности, имеющей причинно-следственные связи с дезадаптацией и в итоге определяющей комплекс поведенческих нарушений.

С учетом имеющегося у владельцев запроса на объективную оценку активности животных и причин возникновения проблемного поведения это определяет дальнейшие перспективы использования систем искусственного интеллекта для обеспечения необходимого качества жизни домашних животных. Решающим шагом в понимании

поведения животных, которое включает в себя модели активности и эмоциональные модели, является создание определенных этограмм, связанных с этим видом, путем мониторинга поз тела и физических движений [4, 69].

Выводы/Conclusions

Проведенный анализ отечественных и зарубежных публикаций показал большую научную значимость внедрения систем искусственного интеллекта при разработке комплексного метода объективной оценки поведения собак. Данный вопрос является одним из фронтиров точного животноводства для раннего выявления признаков неблагополучия у животных. Совместный анализ визуальных наблюдений человеком, показателей акселерометра и видеозаписей рассматривается как «золотой стандарт» при определении типа поведения собак.

Вместе с тем анализ российских публикаций, посвященных методам исследования поведения собак, позволит утверждать доминирование концепции, связанной с анализом условно-рефлекторной деятельности и слабого учета когнитивных функций животных. Данный подход является общеприменимым и оправданным при подготовке рабочих и спортивных собак. В то же время исследования, целевой группой в которых являются собаки-компаньоны, в российской научной литературе не представлены.

Авторами не обнаружены работы, в которых проводилось использование систем искусственного интеллекта для выявления поведенческих паттернов, а также поиска их корреляции с взаимоотношениями в диаде «владелец — питомец».

Проанализированные зарубежные исследования сконцентрированы на принципиальной возможности применения методов машинного обучения для оценки поведения собаки. Ни в одном из них не проводилось сопоставление полученных результатов с анамнезом жизни, поведенческими признаками благополучия, стилия взаимодействия с владельцем и предметами как показателя психоэмоционального состояния животного.

В связи с этим авторы данной статьи предлагают более широкое внедрение опросников для владельцев, учет мелких поведенческих признаков при визуальном анализе состояния. Актуальным остается вопрос расширения применения современных технических средств и систем компьютерного зрения (на основе анализа больших данных) при диагностике поведенческих нарушений у собак.

Интеграция методов зоопсихологии, этологии, ветеринарной медицины и алгоритмов машинного обучения позволит обеспечить принципиально иной уровень определения разных типов поведения, что в итоге будет способствовать улучшению уровня благополучия животных-компаньонов. В результате данный подход может стать частью методов рутинного

выявления признаков агрессивного или тревожного поведения животного.

В зависимости от поставленной задачи отдельные аспекты метода могут использоваться при работе ветеринарных врачей на приеме, при подготовке служебных собак, собак-спортсменов и собак-поводырей, в работе кинологов и зоопсихологов — как с проблемными собаками, так и

при прохождении нормальной социализации. Это даст возможность экспертам, владельцам все-сторонне оценить поведение и физическое состояние собаки. Раннее выявление потенциальных проблем со здоровьем и поведением будет способствовать углублению понимания поведения собак-компаньонов и улучшению благополучия в диаде «человек — собака».

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-01561.
<https://rscf.ru/project/24-28-01561/>

FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation № 24-28-01561.
<https://rscf.ru/project/24-28-01561/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kasnesis P. *et al.* Deep Learning Empowered Wearable-Based Behavior Recognition for Search and Rescue Dogs. *Sensors*. 2022; 22(3): 993.
<https://doi.org/10.3390/s22030993>
2. Atif O., Lee J., Park D., Chung Y. Behavior-Based Video Summarization System for Dog Health and Welfare Monitoring. *Sensors*. 2023; 23(6): 2892.
<https://doi.org/10.3390/s23062892>
3. Aguilar-Lazcano C.A., Espinosa-Curiel I.E., Ríos-Martínez J.A., Madera-Ramírez F.A., Pérez-Espinosa H. Machine Learning-Based Sensor Data Fusion for Animal Monitoring: Scoping Review. *Sensors*. 2023; 23(12): 5732.
<https://doi.org/10.3390/s23125732>
4. Aich S., Chakraborty S., Sim J.-S., Jang D.-J., Kim H.-C. The Design of an Automated System for the Analysis of the Activity and Emotional Patterns of Dogs with Wearable Sensors Using Machine Learning. *Applied Sciences*. 2019; 9(22): 4938.
<https://doi.org/10.3390/app9224938>
5. Vehkaoja A. *et al.* Description of movement sensor dataset for dog behavior classification. *Data in Brief*. 2022; 40: 107822.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.107822>
6. Fux A. *et al.* Objective Video-Based Assessment of ADHD-Like Canine Behavior Using Machine Learning. *Animals*. 2021; 11(10): 2806.
<https://doi.org/10.3390/ani11102806>
7. Mariti C., Raspanti E., Zilocchi M., Carlone B. Gazzano A. The assessment of dog welfare in the waiting room of a veterinary clinic. *Animal Welfare*. 2015; 24(3): 299–305.
<https://doi.org/10.7120/09627286.24.3.299>
8. Helsly M., Priymenko N., Girault C., Duranton C., Gaunet F. Dog behaviours in veterinary consultations: Part II. The relationship between the behaviours of dogs and their owners. *The Veterinary Journal*. 2022; 281: 105789.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2022.105789>
9. Kim Y., Sa J., Chung Y., Park D., Lee S. Resource-Efficient Pet Dog Sound Events Classification Using LSTM-FCN Based on Time-Series Data. *Sensors*. 2018; 18(11): 4019.
<https://doi.org/10.3390/s18114019>
10. Пеньков Д.Я., Новопашина С.И., Санников М.Ю. Определение поисковых способностей собак служебных пород в разные возрастные периоды. *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2010; 3(1): 47–49.
<https://elibrary.ru/nwvud>
11. Ивонина О.Ю., Маркелова И.Н. Тестирование собак породы американский стаффордширский терьер по поведению для допуска к племенному разведению. *Вестник ИРГСАХ*. 2016; 76: 129–137.
<https://elibrary.ru/wzzjcl>
12. Семенихина О.Н., Матвеев Е.С. Коррекция поведения собак. *Иппология и ветеринария*. 2013; (4): 101–104.
<https://elibrary.ru/ruxglr>
13. Ефимова Н.А. Выявление типа темперамента собаки и его влияние на ее обучаемость и дрессируемость. *Наука и социум. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Новосибирск: Сибирский институт практической психологии, педагогики и социальной работы. 2017; 53–55.
<https://elibrary.ru/ygnmdl>

REFERENCES

1. Kasnesis P. *et al.* Deep Learning Empowered Wearable-Based Behavior Recognition for Search and Rescue Dogs. *Sensors*. 2022; 22(3): 993.
<https://doi.org/10.3390/s22030993>
2. Atif O., Lee J., Park D., Chung Y. Behavior-Based Video Summarization System for Dog Health and Welfare Monitoring. *Sensors*. 2023; 23(6): 2892.
<https://doi.org/10.3390/s23062892>
3. Aguilar-Lazcano C.A., Espinosa-Curiel I.E., Ríos-Martínez J.A., Madera-Ramírez F.A., Pérez-Espinosa H. Machine Learning-Based Sensor Data Fusion for Animal Monitoring: Scoping Review. *Sensors*. 2023; 23(12): 5732.
<https://doi.org/10.3390/s23125732>
4. Aich S., Chakraborty S., Sim J.-S., Jang D.-J., Kim H.-C. The Design of an Automated System for the Analysis of the Activity and Emotional Patterns of Dogs with Wearable Sensors Using Machine Learning. *Applied Sciences*. 2019; 9(22): 4938.
<https://doi.org/10.3390/app9224938>
5. Vehkaoja A. *et al.* Description of movement sensor dataset for dog behavior classification. *Data in Brief*. 2022; 40: 107822.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.107822>
6. Fux A. *et al.* Objective Video-Based Assessment of ADHD-Like Canine Behavior Using Machine Learning. *Animals*. 2021; 11(10): 2806.
<https://doi.org/10.3390/ani11102806>
7. Mariti C., Raspanti E., Zilocchi M., Carlone B. Gazzano A. The assessment of dog welfare in the waiting room of a veterinary clinic. *Animal Welfare*. 2015; 24(3): 299–305.
<https://doi.org/10.7120/09627286.24.3.299>
8. Helsly M., Priymenko N., Girault C., Duranton C., Gaunet F. Dog behaviours in veterinary consultations: Part II. The relationship between the behaviours of dogs and their owners. *The Veterinary Journal*. 2022; 281: 105789.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2022.105789>
9. Kim Y., Sa J., Chung Y., Park D., Lee S. Resource-Efficient Pet Dog Sound Events Classification Using LSTM-FCN Based on Time-Series Data. *Sensors*. 2018; 18(11): 4019.
<https://doi.org/10.3390/s18114019>
10. Penkov D.Ya., Novopashina S.I., Sannikov M.Yu. Determination of the search abilities of dogs of service breeds in different age periods. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2010; 3(1): 47–49 (in Russian).
<https://elibrary.ru/nwvud>
11. Ivonina O.Yu., Markelova I.N. Test Dog breed American staffordshire terrier for conduct for admission to breeding. *Vestnik IrGSAH*. 2016; 76: 129–137 (in Russian).
<https://elibrary.ru/wzzjcl>
12. Semenikhina O.N., Matveenko Y. Correction of the behavior of dogs. *Hippology and Veterinary Medicine*. 2013; (4): 101–104 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ruxglr>
13. Efimova N.A. Identify the dog's temperament and its impact on her learning and dressiest. *Science and Society. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Novosibirsk: Siberian Institute of Practical Psychology, Pedagogy and Social Work. 2017; 53–55 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ygnmdl>

14. Алтухов Б.Н., Мистюкова О.Н., Фоминок А.А. Особенности агрессивного поведения собак. *Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. Материалы V Международной научно-практической конференции*. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. 2021; 1: 18–25. <https://elibrary.ru/suawwa>
15. Савичева С.В. Коррекция поведения собак. *Иппология и ветеринария*. 2013; (2): 49–52. <https://elibrary.ru/rbpdzd>
16. Борова П.И., Сунцова Е.Н. Зоопсихология — социальное поведение собак. *Научные труды студентов Ижевской ГСХА*. 2019; (1): 205–209. <https://elibrary.ru/bgauwj>
17. Бутова А.А. Асоциальные собаки: социализация и снижение влияния стресс-факторов при ветеринарных манипуляциях. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2021; 247: 27–33. <https://elibrary.ru/rfaknf>
18. Гончарова Д.А., Слесаренко Н.А. Корреляционная зависимость поведенческих отклонений с типом латерализации у *Canis lupus familiaris*. *Неделя студенческой науки. Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции*. М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина. 2022; 371–373. <https://elibrary.ru/zynzqc>
19. Lit L., Schweitzer J.B., Iosif A.-M., Oberbauer A.M. Owner reports of attention, activity, and impulsivity in dogs: a replication study. *Behavioral and Brain Functions*. 2010; 6: 1. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-6-1>
20. Wright H.F., Mills D.S., Pollux P.M. Behavioural and physiological correlates of impulsivity in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Physiology & Behavior*. 2012; 105(3): 676–682. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.09.019>
21. Puurunen J. *et al.* A non-targeted metabolite profiling pilot study suggests that tryptophan and lipid metabolisms are linked with ADHD-like behaviours in dogs. *Behavioral and Brain Functions*. 2016; 12: 27. <https://doi.org/10.1186/s12993-016-0112-1>
22. Masson S., Gaultier E. Retrospective study on hypersensitivity-hyperactivity syndrome in dogs: long-term outcome of high dose fluoxetine treatment and proposal of a clinical score. *Dog Behavior*. 2018; 4(2): 15–32. <https://doi.org/10.4454/db.v4i2.79>
23. Bleuer-Elsner S. *et al.* Computational Analysis of Movement Patterns of Dogs with ADHD-Like Behavior. *Animals*. 2019; 9(12): 1140. <https://doi.org/10.3390/ani9121140>
24. Bunford N., Csibra B., Peták C., Ferdinandy B., Miklósi Á., Gácsi M. Associations among behavioral inhibition and owner-rated attention, hyperactivity/impulsivity, and personality in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Journal of Comparative Psychology*. 2019; 133(2): 233–243. <https://doi.org/10.1037/com0000151>
25. Dinwoodie I.R., Dwyer B., Zottol V., Gleason D., Dodman N.H. Demographics and comorbidity of behavior problems in dogs. *Journal of Veterinary Behavior*. 2019; 32: 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2019.04.007>
26. Salonen M., Mikkola S., Hakanen E., Sulkama S., Puurunen J., Lohi H. Personality traits associate with behavioral problems in pet dogs. *Translational Psychiatry*. 2022; 12: 78. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-01841-0>
27. Salonen M., Mikkola S., Hakanen E., Sulkama S., Puurunen J., Lohi H. Reliability and Validity of a Dog Personality and Unwanted Behavior Survey. *Animals*. 2021; 11(5): 1234. <https://doi.org/10.3390/ani11051234>
28. Salonen M. *et al.* Prevalence, comorbidity, and breed differences in canine anxiety in 13,700 Finnish pet dogs. *Scientific Reports*. 2020; 10: 2962. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59837-z>
29. Mikkola S. *et al.* Aggressive behaviour is affected by demographic, environmental and behavioural factors in purebred dogs. *Scientific Reports*. 2021; 11: 9433. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88793-5>
30. Powell L., Duffy D.L., Kruger K.A., Watson B., Serpell J.A. Relinquishing Owners Underestimate Their Dog's Behavioral Problems: Deception or Lack of Knowledge?. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8: 734973. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.734973>
31. Gáll Z., Székely O. Role of Vitamin D in Cognitive Dysfunction: New Molecular Concepts and Discrepancies between Animal and Human Findings. *Nutrients*. 2021; 13(11): 3672. <https://doi.org/10.3390/nu13113672>
14. Altukhov B.N., Mistyukova O.N., Fominok A.A. Features of aggressive behavior of dogs. *Veterinary and sanitary aspects of the quality and safety of agricultural products. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. 2021; 1: 18–25 (in Russian). <https://elibrary.ru/suawwa>
15. Savicheva S.V. Corrector of dog behavior. *Hippology and Veterinary Medicine*. 2013; (2): 49–52 (in Russian). <https://elibrary.ru/rbpdzd>
16. Borina P.I., Suntsova E.N. Zoopsychology is the social behavior of dogs. *Nauchnyye trudy studentov Izhevskoy GSKhA*. 2019; (1): 205–209 (in Russian). <https://elibrary.ru/bgauwj>
17. Butova A.A. Antisocial dogs: socialization and reduction of the influence of stress factors during veterinary manipulations. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2021; 247: 27–33 (in Russian). <https://elibrary.ru/rfaknf>
18. Goncharova D.A., Slesarenko N.A. The correlation of behavioral deviations with the type of lateralization in *Canis lupus familiaris*. *Student Science Week. Proceedings of the All-Russian Student Scientific and Practical Conference*. Moscow: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — Moscow Veterinary Academy named after K. I. Scriabin. 2022; 371–373 (in Russian). <https://elibrary.ru/zynzqc>
19. Lit L., Schweitzer J.B., Iosif A.-M., Oberbauer A.M. Owner reports of attention, activity, and impulsivity in dogs: a replication study. *Behavioral and Brain Functions*. 2010; 6: 1. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-6-1>
20. Wright H.F., Mills D.S., Pollux P.M. Behavioural and physiological correlates of impulsivity in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Physiology & Behavior*. 2012; 105(3): 676–682. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.09.019>
21. Puurunen J. *et al.* A non-targeted metabolite profiling pilot study suggests that tryptophan and lipid metabolisms are linked with ADHD-like behaviours in dogs. *Behavioral and Brain Functions*. 2016; 12: 27. <https://doi.org/10.1186/s12993-016-0112-1>
22. Masson S., Gaultier E. Retrospective study on hypersensitivity-hyperactivity syndrome in dogs: long-term outcome of high dose fluoxetine treatment and proposal of a clinical score. *Dog Behavior*. 2018; 4(2): 15–32. <https://doi.org/10.4454/db.v4i2.79>
23. Bleuer-Elsner S. *et al.* Computational Analysis of Movement Patterns of Dogs with ADHD-Like Behavior. *Animals*. 2019; 9(12): 1140. <https://doi.org/10.3390/ani9121140>
24. Bunford N., Csibra B., Peták C., Ferdinandy B., Miklósi Á., Gácsi M. Associations among behavioral inhibition and owner-rated attention, hyperactivity/impulsivity, and personality in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Journal of Comparative Psychology*. 2019; 133(2): 233–243. <https://doi.org/10.1037/com0000151>
25. Dinwoodie I.R., Dwyer B., Zottol V., Gleason D., Dodman N.H. Demographics and comorbidity of behavior problems in dogs. *Journal of Veterinary Behavior*. 2019; 32: 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2019.04.007>
26. Salonen M., Mikkola S., Hakanen E., Sulkama S., Puurunen J., Lohi H. Personality traits associate with behavioral problems in pet dogs. *Translational Psychiatry*. 2022; 12: 78. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-01841-0>
27. Salonen M., Mikkola S., Hakanen E., Sulkama S., Puurunen J., Lohi H. Reliability and Validity of a Dog Personality and Unwanted Behavior Survey. *Animals*. 2021; 11(5): 1234. <https://doi.org/10.3390/ani11051234>
28. Salonen M. *et al.* Prevalence, comorbidity, and breed differences in canine anxiety in 13,700 Finnish pet dogs. *Scientific Reports*. 2020; 10: 2962. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59837-z>
29. Mikkola S. *et al.* Aggressive behaviour is affected by demographic, environmental and behavioural factors in purebred dogs. *Scientific Reports*. 2021; 11: 9433. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88793-5>
30. Powell L., Duffy D.L., Kruger K.A., Watson B., Serpell J.A. Relinquishing Owners Underestimate Their Dog's Behavioral Problems: Deception or Lack of Knowledge?. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8: 734973. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.734973>
31. Gáll Z., Székely O. Role of Vitamin D in Cognitive Dysfunction: New Molecular Concepts and Discrepancies between Animal and Human Findings. *Nutrients*. 2021; 13(11): 3672. <https://doi.org/10.3390/nu13113672>

32. Авиллов А.В., Фомина А.С., Крикунова А.А., Ермаков А.М. Методика классификации вокализаций собак как маркера тревожного или агрессивного поведения. *Ветеринария Кубани*. 2022; (3): 35–37. <https://elibrary.ru/cwjbsn>
33. Авиллов А.В., Фомина А.С., Скубак П.Г., Крахмалев Т.К., Ермаков А.М. Разработка устройства для оценки эмоционального состояния собак-компаньонов на основе анализа вокализаций при тревожности и лае. *Ветеринарная патология*. 2023; 22(3): 32–44. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-32-44>
34. Rodriguez K.E., Herzog H., Gee N.R. Variability in Human-Animal Interaction Research. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 7: 619600 <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.619600>
35. Фомина А.С., Васильев П.В., Долгов В.В., Крикунова А.А., Ермаков А.М. Новый подход к комплексной оценке проблемного поведения собак-компаньонов. *Сообщение 1. Международный вестник ветеринарии*. 2025; (1): 424–436. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.424>
36. Фомина А.С. и др. Проблемное поведение собак-компаньонов: важно для человека, важно для общества. *Российский психологический журнал*. 2024; 21(4): 45–78. <https://doi.org/10.21702/3k5pk670>
37. Tiira K., Lohi H. Reliability and validity of a questionnaire survey in canine anxiety research. *Applied Animal Behaviour Science*. 2014; 155: 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.007>
38. Tiira K., Sulkama S., Lohi H. Prevalence, comorbidity, and behavioral variation in canine anxiety. *Journal of Veterinary Behavior*. 2016; 16: 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.06.008>
39. Westgarth C., Brooke M., Christley R.M. How many people have been bitten by dogs? A cross-sectional survey of prevalence, incidence and factors associated with dog bites in a UK community. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2018; 72(4): 331–336. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-209330>
40. Bowen J., García E., Darder P., Argüelles J., Fatjó J. The effects of the Spanish COVID-19 lockdown on people, their pets, and the human-animal bond. *Journal of Veterinary Behavior*. 2020; 40: 75–91. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.013>
41. Katica M. et al. Interdisciplinary aspects of possible negative effects of dogs on humans in Bosnia and Herzegovina. *Medicinski glasnik*. 2020; 17(2): 246–251. <https://doi.org/10.17392/1187-20>
42. Degeling C., Hall J., van Eeden L.M., Finlay S.M., Gurung S.M., Brookes V.J. Representations of Free-Living and Unrestrained Dogs as an Emerging Public Health Issue in Australian Newspapers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(11): 5807. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115807>
43. Gobbo E., Zupan M. Dogs' Sociability, Owners' Neuroticism and Attachment Style to Pets as Predictors of Dog Aggression. *Animals*. 2020; 10(2): 315. <https://doi.org/10.3390/ani10020315>
44. Parente G. et al. Consequences of COVID-19 Lockdown on Children and Their Pets: Dangerous Increase of Dog Bites among the Paediatric Population. *Children*. 2021; 8(8): 620. <https://doi.org/10.3390/children8080620>
45. Stubbsjoen S.M., Moe R.O., Johannessen C., Larsen M., Madsen H., Muri K. Can shelter dog observers score behavioural expressions consistently over time?. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2022; 64: 35. <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00654-x>
46. Franzini de Souza C.C., Dias D.P.M., de Souza R.N., de Medeiros M.A. Use of behavioural and physiological responses for scoring sound sensitivity in dogs. *PLoS ONE*. 2018; 13(8): e0200618. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200618>
47. Gähwiler S., Bremhorst A., Tóth K., Riemer S. Fear expressions of dogs during New Year fireworks: a video analysis. *Scientific Reports*. 2020; 10: 16035. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72841-7>
48. Scaglia E., Cannas S., Minero M., Frank D., Bassi A., Palestini C. Video analysis of adult dogs when left home alone. *Journal of Veterinary Behavior*. 2013; 8(6): 412–417. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.04.065>
49. Gruen M.E. et al. The use of an open-field model to assess sound-induced fear and anxiety-associated behaviors in Labrador retrievers. *Journal of Veterinary Behavior*. 2015; 10(4): 338–345. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.03.007>
50. Fish R.E., Foster M.L., Gruen M.E., Sherman B.L., Dorman D.C. Effect of Wearing a Telemetry Jacket on Behavioral and Physiologic Parameters of Dogs in the Open-Field Test. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 2017; 56(4): 382–389.
32. Avilov A.V., Fomina A.S., Krikunova A.A., Ermakov A.M. Method for classifying dog vocalizations as a marker of anxious or aggressive behavior. *Veterinaria Kubani*. 2022; (3): 35–37 (in Russian). <https://elibrary.ru/cwjbsn>
33. Avilov A.V., Fomina A.S., Skubak P.G., Krakhmalev T.K., Ermakov A.M. Development of a Device for Assessing the Emotional State of Companion Dogs Based on the Analysis of Vocalizations Associated with Anxiety and Barking. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2023; 22(3): 32–44 (in Russian). <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-32-44>
34. Rodriguez K.E., Herzog H., Gee N.R. Variability in Human-Animal Interaction Research. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 7: 619600 <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.619600>
35. Fomina A.S., Vasiliev P.V., Dolgov V.V., Krikunova A.A., Ermakov A.M. A new approach to the comprehensive assessment of problematic behavior of companion dogs. Message 1. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2025; (1): 424–436 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.424>
36. Fomina A.S. et al. Problematic behavior of companion dogs: significant for humans, significant for society. *Russian Psychological Journal*. 2024; 21(4): 45–78. <https://doi.org/10.21702/3k5pk670>
37. Tiira K., Lohi H. Reliability and validity of a questionnaire survey in canine anxiety research. *Applied Animal Behaviour Science*. 2014; 155: 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.007>
38. Tiira K., Sulkama S., Lohi H. Prevalence, comorbidity, and behavioral variation in canine anxiety. *Journal of Veterinary Behavior*. 2016; 16: 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.06.008>
39. Westgarth C., Brooke M., Christley R.M. How many people have been bitten by dogs? A cross-sectional survey of prevalence, incidence and factors associated with dog bites in a UK community. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2018; 72(4): 331–336. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-209330>
40. Bowen J., García E., Darder P., Argüelles J., Fatjó J. The effects of the Spanish COVID-19 lockdown on people, their pets, and the human-animal bond. *Journal of Veterinary Behavior*. 2020; 40: 75–91. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.013>
41. Katica M. et al. Interdisciplinary aspects of possible negative effects of dogs on humans in Bosnia and Herzegovina. *Medicinski glasnik*. 2020; 17(2): 246–251. <https://doi.org/10.17392/1187-20>
42. Degeling C., Hall J., van Eeden L.M., Finlay S.M., Gurung S.M., Brookes V.J. Representations of Free-Living and Unrestrained Dogs as an Emerging Public Health Issue in Australian Newspapers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(11): 5807. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115807>
43. Gobbo E., Zupan M. Dogs' Sociability, Owners' Neuroticism and Attachment Style to Pets as Predictors of Dog Aggression. *Animals*. 2020; 10(2): 315. <https://doi.org/10.3390/ani10020315>
44. Parente G. et al. Consequences of COVID-19 Lockdown on Children and Their Pets: Dangerous Increase of Dog Bites among the Paediatric Population. *Children*. 2021; 8(8): 620. <https://doi.org/10.3390/children8080620>
45. Stubbsjoen S.M., Moe R.O., Johannessen C., Larsen M., Madsen H., Muri K. Can shelter dog observers score behavioural expressions consistently over time?. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2022; 64: 35. <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00654-x>
46. Franzini de Souza C.C., Dias D.P.M., de Souza R.N., de Medeiros M.A. Use of behavioural and physiological responses for scoring sound sensitivity in dogs. *PLoS ONE*. 2018; 13(8): e0200618. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200618>
47. Gähwiler S., Bremhorst A., Tóth K., Riemer S. Fear expressions of dogs during New Year fireworks: a video analysis. *Scientific Reports*. 2020; 10: 16035. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72841-7>
48. Scaglia E., Cannas S., Minero M., Frank D., Bassi A., Palestini C. Video analysis of adult dogs when left home alone. *Journal of Veterinary Behavior*. 2013; 8(6): 412–417. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.04.065>
49. Gruen M.E. et al. The use of an open-field model to assess sound-induced fear and anxiety-associated behaviors in Labrador retrievers. *Journal of Veterinary Behavior*. 2015; 10(4): 338–345. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.03.007>
50. Fish R.E., Foster M.L., Gruen M.E., Sherman B.L., Dorman D.C. Effect of Wearing a Telemetry Jacket on Behavioral and Physiologic Parameters of Dogs in the Open-Field Test. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 2017; 56(4): 382–389.

51. Dalley J.W., Roiser J.P. Dopamine, serotonin and impulsivity. *Neuroscience*. 2012; 215: 42–58. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.03.065>
52. Bremhorst A., Sutter N.A., Würbel H., Mills D.S., Riemer S. Differences in facial expressions during positive anticipation and frustration in dogs awaiting a reward. *Scientific Reports*. 2019; 9: 19312. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55714-6>
53. Magula L., Moxley K., Lachman A. Iron deficiency in South African children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child & Adolescent Mental Health*. 2019; 31(2): 85–92. <https://doi.org/10.2989/17280583.2019.1637345>
54. Barnard S. et al. Quick, Accurate, Smart: 3D Computer Vision Technology Helps Assessing Confined Animals' Behaviour. *PLoS ONE*. 2016; 11(7): e0158748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158748>
55. Rowilson de Ortiz A., Belda B., Hash J., Enomoto M., Robertson J., Lascelles B.D.X. Initial exploration of the discriminatory ability of the PetPace collar to detect differences in activity and physiological variables between healthy and osteoarthritic dogs. *Frontiers in Pain Research*. 2022; 3: 949877. <https://doi.org/10.3389/fpain.2022.949877>
56. den Uijl I., Gómez Álvarez C.B., Bartram D., Dror Y., Holland R., Cook A. External validation of a collar-mounted triaxial accelerometer for second-by-second monitoring of eight behavioural states in dogs. *PLoS ONE*. 2017; 12(11): e0188481. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188481>
57. Li M.F., Nagendran L., Schroeder L., Samson D.R. The activity patterns of nonworking and working sled dogs. *Scientific Reports*. 2022; 12: 7999. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11635-5>
58. Bruno E.A., Guthrie J.W., Ellwood S.A., Mellanby R.J., Clements D.N. Global Positioning System Derived Performance Measures Are Responsive Indicators of Physical Activity, Disease and the Success of Clinical Treatments in Domestic Dogs. *PLoS ONE*. 2015; 10(2): e0117094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117094>
59. Chambers R.D. et al. Deep Learning Classification of Canine Behavior Using a Single Collar-Mounted Accelerometer: Real-World Validation. *Animals*. 2021; 11(6): 1549. <https://doi.org/10.3390/ani11061549>
60. Kikusui T. et al. Beacon-based sleep-wake monitoring in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2024; 86(6): 631–635. <https://doi.org/10.1292/jvms.23-0472>
61. Foster M., Wu T., Roberts D.L., Bozkurt A. Preliminary Evaluation of a System with On-Body and Aerial Sensors for Monitoring Working Dogs. *Sensors*. 2022; 22(19): 7631. <https://doi.org/10.3390/s22197631>
62. Martin K.W., Olsen A.M., Duncan C.G., Duerr F.M. The method of attachment influences accelerometer-based activity data in dogs. *BMC Veterinary Research*. 2017; 13: 48. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0971-1>
63. Gerencsér L., Vársárhelyi G., Nagy M., Vicsek T., Miklósi A. Identification of Behaviour in Freely Moving Dogs (*Canis familiaris*) Using Inertial Sensors. *PLoS ONE*. 2013; 8(10): e77814. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077814>
64. Wernimont S.M., Thompson R.J., Mickelsen S.L., Smith S.C., Alvarenga I.C., Gross K.L. Use of Accelerometer Activity Monitors to Detect Changes in Pruritic Behaviors: Interim Clinical Data on 6 Dogs. *Sensors*. 2018; 18(1): 249. <https://doi.org/10.3390/s18010249>
65. Ren W., Wei P., Yu S., Zhang Y.Q. Left-right asymmetry and attractor-like dynamics of dog's tail wagging during dog-human interactions. *iScience*. 2022; 25(8): 104747. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104747>
66. Völter C.J., Starić D., Huber L. Using machine learning to track dogs' exploratory behaviour in the presence and absence of their caregiver. *Animal Behaviour*. 2023; 197: 97–111. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2023.01.004>
67. Wan L., Ge W.-R., Zhang S., Sun Y.-L., Wang B., Yang G. Case-Control Study of the Effects of Gut Microbiota Composition on Neurotransmitter Metabolic Pathways in Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Frontiers in Neuroscience*. 2020; 14: 127. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00127>
68. Karl S. et al. Exploring the dog-human relationship by combining fMRI, eye-tracking and behavioural measures. *Scientific Reports*. 2020; 10: 22273. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79247-5>
69. Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Хакимов А.Р., Юрочка С.С. Оценка поведенческих реакций у крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2024; (1): 75–80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-75-80>
51. Dalley J.W., Roiser J.P. Dopamine, serotonin and impulsivity. *Neuroscience*. 2012; 215: 42–58. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.03.065>
52. Bremhorst A., Sutter N.A., Würbel H., Mills D.S., Riemer S. Differences in facial expressions during positive anticipation and frustration in dogs awaiting a reward. *Scientific Reports*. 2019; 9: 19312. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55714-6>
53. Magula L., Moxley K., Lachman A. Iron deficiency in South African children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child & Adolescent Mental Health*. 2019; 31(2): 85–92. <https://doi.org/10.2989/17280583.2019.1637345>
54. Barnard S. et al. Quick, Accurate, Smart: 3D Computer Vision Technology Helps Assessing Confined Animals' Behaviour. *PLoS ONE*. 2016; 11(7): e0158748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158748>
55. Rowilson de Ortiz A., Belda B., Hash J., Enomoto M., Robertson J., Lascelles B.D.X. Initial exploration of the discriminatory ability of the PetPace collar to detect differences in activity and physiological variables between healthy and osteoarthritic dogs. *Frontiers in Pain Research*. 2022; 3: 949877. <https://doi.org/10.3389/fpain.2022.949877>
56. den Uijl I., Gómez Álvarez C.B., Bartram D., Dror Y., Holland R., Cook A. External validation of a collar-mounted triaxial accelerometer for second-by-second monitoring of eight behavioural states in dogs. *PLoS ONE*. 2017; 12(11): e0188481. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188481>
57. Li M.F., Nagendran L., Schroeder L., Samson D.R. The activity patterns of nonworking and working sled dogs. *Scientific Reports*. 2022; 12: 7999. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11635-5>
58. Bruno E.A., Guthrie J.W., Ellwood S.A., Mellanby R.J., Clements D.N. Global Positioning System Derived Performance Measures Are Responsive Indicators of Physical Activity, Disease and the Success of Clinical Treatments in Domestic Dogs. *PLoS ONE*. 2015; 10(2): e0117094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117094>
59. Chambers R.D. et al. Deep Learning Classification of Canine Behavior Using a Single Collar-Mounted Accelerometer: Real-World Validation. *Animals*. 2021; 11(6): 1549. <https://doi.org/10.3390/ani11061549>
60. Kikusui T. et al. Beacon-based sleep-wake monitoring in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2024; 86(6): 631–635. <https://doi.org/10.1292/jvms.23-0472>
61. Foster M., Wu T., Roberts D.L., Bozkurt A. Preliminary Evaluation of a System with On-Body and Aerial Sensors for Monitoring Working Dogs. *Sensors*. 2022; 22(19): 7631. <https://doi.org/10.3390/s22197631>
62. Martin K.W., Olsen A.M., Duncan C.G., Duerr F.M. The method of attachment influences accelerometer-based activity data in dogs. *BMC Veterinary Research*. 2017; 13: 48. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0971-1>
63. Gerencsér L., Vársárhelyi G., Nagy M., Vicsek T., Miklósi A. Identification of Behaviour in Freely Moving Dogs (*Canis familiaris*) Using Inertial Sensors. *PLoS ONE*. 2013; 8(10): e77814. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077814>
64. Wernimont S.M., Thompson R.J., Mickelsen S.L., Smith S.C., Alvarenga I.C., Gross K.L. Use of Accelerometer Activity Monitors to Detect Changes in Pruritic Behaviors: Interim Clinical Data on 6 Dogs. *Sensors*. 2018; 18(1): 249. <https://doi.org/10.3390/s18010249>
65. Ren W., Wei P., Yu S., Zhang Y.Q. Left-right asymmetry and attractor-like dynamics of dog's tail wagging during dog-human interactions. *iScience*. 2022; 25(8): 104747. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104747>
66. Völter C.J., Starić D., Huber L. Using machine learning to track dogs' exploratory behaviour in the presence and absence of their caregiver. *Animal Behaviour*. 2023; 197: 97–111. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2023.01.004>
67. Wan L., Ge W.-R., Zhang S., Sun Y.-L., Wang B., Yang G. Case-Control Study of the Effects of Gut Microbiota Composition on Neurotransmitter Metabolic Pathways in Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Frontiers in Neuroscience*. 2020; 14: 127. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00127>
68. Karl S. et al. Exploring the dog-human relationship by combining fMRI, eye-tracking and behavioural measures. *Scientific Reports*. 2020; 10: 22273. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79247-5>
69. Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Khakimov A.R., Yurochka S.S. Evaluation of behavioral responses in cattle. *Agrarian science*. 2024; (1): 75–80. (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-75-80>

ОБ АВТОРАХ

Анна Сергеевна Фомина

кандидат биологических наук, доцент
a_bogun@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4374-9244>

Павел Владимирович Васильев

кандидат технических наук
lyftzeigen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4112-7449>

Анастасия Анатольевна Кринунова

соискатель
akrikunova@donstu.ru
<https://orcid.org/0009-0006-5475-5056>

Алексей Михайлович Ермаков

доктор биологических наук, профессор
amermakov@ya.ru

Донской государственный технический университет,
пл. им. Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, 344003, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Anna Sergeevna Fomina

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
a_bogun@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4374-9244>

Pavel Vladimirovich Vasiliev

Candidate of Technical Sciences
lyftzeigen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4112-7449>

Anastasia Anatolyevna Krikunova

Applicant
akrikunova@donstu.ru
<https://orcid.org/0009-0006-5475-5056>

Alexey Mikhailovich Ermakov

Doctor of Biological Sciences, Professor
amermakov@ya.ru

Don State Technical University,
1 Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344003, Russia



Международная выставка
сельскохозяйственной техники,
материалов и оборудования
для животноводства и растениеводства

29–31 октября 2025

г. Екатеринбург,
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»



Забронируйте стенд
www.agroprom-ural.ru

Организаторы



Международная
Выставочная
Компания



ЕКАТЕРИНБУРГ
ЭКСПО МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

