Дата публикации: 01.09.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_20
УДК 612.821

Publication date: 01.09.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_20
UDC 612.821

НЕТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ У ЖИВОТНЫХ В БИОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Д.С. Громова[1,2], Н.Р. Попова[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, г. Пущино, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Традиционными способами моделирования нарушений психоэмоциональной сферы у грызунов являются методы, основанные на формировании условного рефлекса с отрицательным подкреплением или на использовании стимулов, вызывающих чувство страха или тревоги. Однако при изучении психических и поведенческих нарушений разнообразие проявления симптомов некоторых состояний настолько велико, что для всестороннего их изучения требуется использовать более редкие модели. Цель: провести обзор подходов и способов моделирования некоторых психоэмоциональных состояний у лабораторных животных в биомедицинских исследованиях. ***Методы.*** В работе использовали контент-анализ литературных источников, поиск проводился по базам данных РИНЦ и PubMed. ***Результаты.*** В статье описаны редкие способы, позволяющие моделировать различные виды стресса, также приводятся нетрадиционные подходы, формирующие тревожные состояния у лабораторных животных. Отдельное место занимают модели посттравматического стрессового расстройства. ***Заключение.*** Проведен комплексный обзор современных подходов к моделированию некоторых психоэмоциональных состояний у животных в биомедицинских исследованиях.

Ключевые слова: модель посттравматического стрессового расстройства, модель стресса, грызуны, данио-рерио, стресс «дефицита времени», модель «боевого стресса».

RARE WAYS TO MODEL SOME PSYCHOEMOTIONAL STATES IN ANIMALS IN BIOMEDICAL RESEARCH

D.S. Gromova[1,2], N.R. Popova[2]

[1]Samara State Medical University, Samara, Russia

[2]Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Pushchino, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Traditional methods of modeling psychoemotional disorders in rodents are methods based on the formation of a conditioned reflex with negative reinforcement or on the use of stimuli that cause fear or anxiety. However, it should be noted that when studying mental and behavioral disorders, the variety of symptom manifestations of some conditions is so great that their comprehensive study requires the use of rarer models. The aim of this article is to review approaches of modeling some psychoemotional states in laboratory animals in biomedical research. ***Methods.*** The work used content analysis of literary sources. The search of sources was conducted in the RSCI and PubMed databases. ***Results.*** The article describes rare methods that allow modeling various types of stress, and also provides unconventional approaches that cause anxiety in laboratory animals. Models of post-traumatic stress disorder occupy a special place. ***Conclusion.*** Thus, a comprehensive review of modern approaches to modeling some psychoemotional states in animals in biomedical research has been conducted.

Keywords: post-traumatic stress disorder model, stress model, rodents, zebrafish, time-deficit stress, combat stress model.

Введение. Несмотря на активное внедрение в науку компьютерного и других альтернативных способов моделирования, лабораторные животные продолжают оставаться в биомедицинских исследованиях основным объектом изучения. Их используют как в фундаментальных, так и прикладных экспериментах, например для поиска новых мишеней для фармакотерапии, тестирования безопасности и эффективности

новых лекарственных средств [1]. Не менее важное значение имеют лабораторные животные при тестировании гипотез о патогенезе заболеваний. В настоящее время модельные животные организмы активно используются для изучения различных психических и когнитивных патологий, например таких, как расстройства аутистического спектра [2], депрессивные расстройства [3, 4], тревожные состояния [5] и т.д.

Одним из наиболее значимых аспектов в биомедицинских исследованиях является выбор лабораторного животного и подходящего способа моделирования изучаемого состояния, который бы максимально воспроизводил механизм интересующей исследователя патологии. Вот почему в большинстве экспериментальных работ выбор отдается часто используемым, широко описанным в литературе подходам к моделированию состояний.

Традиционными способами моделирования нарушений психоэмоциональной сферы у грызунов являются методы, основанные на формировании условного рефлекса с отрицательным подкреплением или на использовании стимулов, вызывающих чувство страха или тревоги [6]. Вот почему для формирования стрессовых состояний и повышения уровня тревожности чаще всего используют модели предъявления хищников, а также стрессирование грызунов принудительным плаванием, иммобилизацией или социальной изоляцией [7-10]. Однако следует отметить, что при изучении психических и поведенческих нарушений разнообразие проявления симптомов некоторых состояний настолько велико, что для всестороннего их изучения требуется использовать более редкие модели.

Цель данной статьи: провести обзор подходов и способов моделирования некоторых психоэмоциональных состояний у лабораторных животных в биомедицинских исследованиях.

Методы и организация исследования. В работе применялся контент-анализ литературных источников по вопросам моделирования тревожных расстройств у животных и методам создания различных видов стресса у лабораторных животных. Поиск источников литературы осуществляли в базах данных PubMed и РИНЦ. Временной горизонт поиска распространялся на 2011-2025 гг. Были идентифицированы наиболее актуальные публикации с российскими и зарубежными исследованиями.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате анализа литературы были определены некоторые модели, которые редко используются в биомедицинских исследованиях, но при этом могут быть очень интересны для изучения отдельных паттернов поведения.

Моделирование посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у данио-рерио. Данио-рерио (зебрафиш) часто используются при скрининге лекарственных препаратов. Имеется большое количество статей, в которых приводятся протоколы изучения общей двигательной активности и уровня тревожности с использованием стандартных условий аквариума или теста «Открытое поле» [11, 12]. Однако практически нет данных о том, что зебрафиш можно использовать в качестве объекта для создания поведенческих моделей, позволяющих изучать нарушения функционирования нервной системы.

Для создания ПТСР данио-рерио помещают в экспозиционный резервуар для воздействия предаторным стрессом, в качестве которого может выступать рыба, оказывающая психическое воздействие на особей зебрафиш: индийская листовая рыба, пятнистый змееголов, мистус полосатый, индийская рыба-нож или цихлазома чернополосая. Воздействие предаторным стрессом может длиться от 0,5 до 5 часов в сутки. Длительность пребывания зебрафиш в условиях предаторного стресса определяется дизайном каждого конкретного эксперимента и может варьировать от 1 дня до нескольких суток. Уровень воды в экспозиционном резервуаре имеет важное значение. Для дополнительного повышения эффективности этапа воздействия предаторным стрессом на данио-рерио используют заполненный на 1/3 экспозиционный резервуар [13, 14].

Моделирование посттравматического стрессового расстройства у грызунов. Классическая и наиболее распространенная в исследованиях модель ПТСР предполагает использовать в качестве стрессора хищника, который помещается в клетку с грызуном, вызывая у него поведенческие симптомы стресса [15]. Однако существенным недостатком данной модели является то, что она в большей степени направлена на изучение острого стресса, а не хронического, который как раз и является наиболее важным для поведенческой биологии и психологии.

Принципиально иной малоизвестной моделью ПТСР у грызунов является формирование предаторного стресса путем экспозиции запахом хищника. Кошачья моча в объеме 100 мл устанавливается непосредственно в клетку с грызуном на 10 минут ежедневно, на протяжении 10 дней [16]. Важно, что тестирование животных в приподнятом крестообразном лабиринте через 10 суток после предъявления предаторного стресса позволяет также выявить особей устойчивых и предрасположенных к посттравматичеким стрессовым расстройствам, что позволяет рекомендовать использование данной модели также для фенотипирования грызунов.

Моделирование различных типов стресса у грызунов. Однократный продолжительный стресс, вызывающий усиление отрицательной обратной связи в гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе и увеличение экспрессии глюкокортикоидных рецепторов у грызунов можно моделировать в несколько стадий. В начале осуществляется двухчасовая иммобилизация животного, после которой идет двадцатиминутная сессия неизбегаемого плавания, и через 15 минут после ее окончания животное помещается в пары эфира до момента потери сознания [15].

Моделирование ситуации близкой к боевым условиям осуществляется с помощью специального протокола, согласно которому половозрелых грызунов на двое суток ограничивают в пище, сохраняя только питье. При этом животные находятся в условиях ограниченного пространства, например в ячеистой установке, в которой между животными установлен только визуальный контакт без физического соприкосновения. На третьи сутки однократно производят взрыв бездымного порохового заряда под устройством [17].

Моделирование эмоционального стресса «дефицита времени» осуществляется с помощью специальной установки (рис.) для крыс, состоящей из пластиковой емкости высотой 55 см, диаметром 40 см, объемом 65 литров, широкого прозрачного гофрированного полиуретанового шланга диаметром 10 см, который располагается по спирали и крепится вокруг емкости. Нижнее отверстие шланга плотно закрывается пробкой, а внутри широкого шланга на всем протяжении располагают узкую полиуретановую трубку диаметром 1 см для подачи воды.

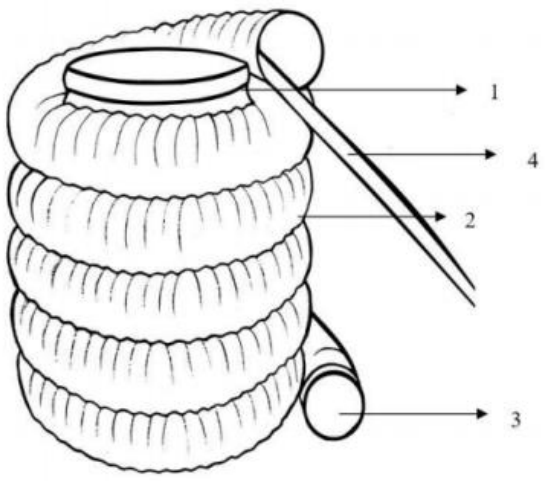


Рис. Устройство для моделирования стресса «дефицита времени» у экспериментального животного [18]: 1 – пластиковая емкость, 2 – гофрированный полиуретановый шланг, 3 – пробка, 4 – узкая полиуретановая трубка

Крысу помещают в нижнюю часть устройства – широкий гофрированный шланг – после чего его отверстие закрывают. Узкую трубку, которая находится внутри, подсоединяют к крану с холодной (t=4 °C) водопроводной водой. После включения она быстро заполняет устройство снизу. Экспериментальное животное, стараясь избежать контакта с водой, вынуждено перемещаться вверх по ходу спирали. Состояние стресса формируется за счет того, что крыса должна быстро двигаться вверх и никак не может повлиять своими действиями на ситуацию, в которой оказалась. После того как животное достигает верхнего отверстия шланга, его убирают из установки [18].

Моделирование синдрома хронической усталости у грызунов. Нетрадиционной моделью синдрома хронической усталости (СХУ) является сочетание информационно-физического и социального взаимодействия. Информационно-физическое воздействие основано на чередовании двух видов нагрузок: информационной – формирование пищедобывательного поведения в многоальтернативном лабиринте, структура которого меняется каждые 2-3 дня, и физической – плавание с грузом 10% от массы тела (температура воды – 30 °C, время «до предела»). Социальные взаимодействия формируются в результате повторного опыта побед и поражений в ежедневных конфронтациях. Для этого грызунов помещают в экспериментальные клетки, разделенные прозрачной перегородкой с отверстиями, по одному животному в каждый отсек. Ежедневно во второй половине дня (15.00-17.00 часов) перегородку убирают на 10-15 минут, что приводит к конфронтациям. После каждой конфронтации побежденного самца помещают в незнакомую клетку с другим агрессивным самцом за перегородкой. Ежедневно на фоне конфронтаций лабораторные животные подвергаются информационному и физическому «испытаниям» (интервал между проведением поведенческого моделирования – 1 час). Продолжительность моделирования СХУ – 20 дней [19].

Заключение. Поведенческие модели широко используются как инструменты исследования патогенетических механизмов при моделировании различных психических и психопатологических состояний. Ценность и достоверность информации, полученной в поведенческих экспериментах на лабораторных животных, в значительной мере зависит от степени соответствия выбранной модели целям и задачам исследования [20]. В результате анализа литературных данных проведен обзор различных подходов и способов моделирования различных психоэмоциональных состояний у лабораторных животных в биомедицинских исследованиях, в том числе описаны модели, редко встречающиеся в исследованиях.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00223-25-03.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The article was prepared as part of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 075-00223-25-03.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспериментальные исследования на животных в эпоху трансляционной медицины. Какими им быть? / И.В. Александров, Е.И. Егорова, Е.Ю. Васина [и др.] // Трансляционная медицина. – 2017. – Т. 4. – № 2. – С. 52-70.

2. Обзор подходов к моделированию расстройств аутистического спектра у животных и изучение эффективности моделей в биомедицинских исследованиях (обзор проблемы) / Д.С. Громова, О.Н. Павлова, Ю.В. Мякишева, Н.Р. Попова // Лабораторные животные для научных исследований. – 2024. – № 4. DOI: 10.57034/2618723X-2024-04-02.

3. Актуальные методы моделирования депрессии у животных и подходы к изучению их эффективности в биомедицинских исследованиях (обзор проблемы) / Д.С. Громова, Н.Р. Попова, О.Н. Павлова [и др.] // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. – 2023. – Т. 13. – № 5. – С. 28-33.

4. Моделирование депрессивноподобного состояния выученной беспомощности у крыс разных стоков / С.О. Котельникова, М.С. Садовский, В.А. Крайнева, Е.А. Вальдман // Лабораторные животные для научных исследований. – 2022. – № 2. DOI: 10.29296/2618723X-2022-02-03.
5. Современные методы оценки уровня тревожности грызунов в поведенческих тестах, основанных на моделях без предварительного обусловливания / А.Х. Каде, С.В. Кравченко, А.И. Трофименко [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. – 2018. – Т. 25. – № 6. – С. 171-176.
6. Antidepressant-like effects of pharmacological inhibition of FAAH activity in socially isolated female rats / L. Carnevali, R. Statello [et al.] // Eur. Neuropsychopharmacol. – 2020. – Vol. 32. – P. 77-87.
7. Ширенова, С.Д. Изменения социальности и предпочтения социальной новизны у самок крыс в условиях пролонгированной социальной изоляции / С.Д. Ширенова, Н.Н. Хлебникова, Н.А. Крупина // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2022. – Т. 72. – № 4. – С. 520-542.
8. Моделирование хронического стресса у крыс самцов, подвергнутых длительной изоляции / Ю.Д. Иванова, М.В. Мальцев, А.В. Кузубов, Н.А. Мохамед-Амин // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11. – № 1. – С. 12-19.
9. Social Isolation Model: A Noninvasive Rodent Model of Stress and Anxiety / S. Watanabe, Al. Omran, A. Shao, A.S. Liang // J. Vis. Exp. – 2022. – No. 189. DOI: 10.3791/64567.
10. Косолапов, В.А. Моделирование стресса в эксперименте / В.А. Косолапов, И.А. Трегубова // Лекарственный вестник. – 2022. – Т. 23. – № 2. – С. 17-19.
11. Оценка общей двигательной активности и тревожности зебраданио (*Danio rerio*) с использованием тестов незнакомого аквариума, открытого поля, черно-белого аквариума и построения косяка / В.А. Косолапов, И.А. Трегубова, Д.С. Галстян [и др.] // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2022. – Т. 20. – № 2. – С. 123-133.
12. Возможность использования поведенческих ответов *Danio rerio* в оценке дозозависимых эффектов феназепама / В.А. Лебедев, А.А. Лебедев, Е.Р. Бычков, П.Д. Шабанов // Лабораторные животные для научных исследований. – 2018. – № 1. DOI: 10.29296/2618723X-2018-01-02.
13. Патент РФ № 2023133562, 18.12.2023. Способ моделирования посттравматического стрессового расстройства у особей рыб данио-рерио // Патент России № 2819381. 2024. Бюл. № 14 / А.В. Жданов, С.Л. Хацко, А.В. Калуев.
14. Зебраданио (Zebrafish) как новая перспективная модель в трансляционной нейробиологии / Н.А. Кротова, А.М. Лакстыгал, А.С. Таранов [и др.] // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2019. – Т. 105. – № 11. – С. 1417-1435.
15. Торопова, К.А. Посттравматическое стрессовое расстройство: теоретические подходы и пути моделирования на животных / К.А. Торопова, О.И. Ивашкина, К.В. Анохин // Журнал высшей нервной деятельности. – 2021. – Т. 71. – № 6. – С. 735-759.
16. Патент РФ № 2020120571, 15.06.2020. Способ моделирования посттравматического стрессового расстройства у лабораторных крыс // Патент России № 2746901. 2021. Бюл. № 12 / В.Э. Цейликман, М.С. Лапшин, М.В. Комелькова [и др.].
17. Патент РФ № 2013125854/14, 04.06.2013. Способ моделирования «боевого стресса» в эксперименте на лабораторных животных с использованием воспроизведения реальной боевой обстановки // Патент России № 2530750. 2014. Бюл. № 28 / Т.Р. Гизатуллин, Р.М. Зинатуллин, В.А. Катаев [и др.].
18. Гусакова, Е.А. Способ моделирования эмоционального стресса «дефицита времени» / Е.А. Гусакова, И.В. Городецкая // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2019. – Т. 105. – № 4. – С. 520-530.
19. Способ моделирования синдрома хронической усталости в эксперименте / М.А. Самотруева, Д.Л. Теплый, Т.К. Сережникова, Н.Р. Кулешевская // Биомедицина. – 2011. – № 2. – С. 78-83.
20. Поведенческая фармакология как основной подход в изучении эффективности потенциальных психотропных средств: анализ современных методов / И.И. Семина, А.З. Байчурина, Д.О. Никитин [и др.] // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2023. – Т. 12. – № 1. – С. 161-181.

REFERENCES

1. Aleksandrov I.V., Egorova E.I., Vasina E.Yu. et al. Animal experiments in the era of translational medicine. What would they be? *Translational Medicine,* 2017, no. 2, pp. 52-70. (in Russ.)
2. Gromova D.S., Pavlova O.N., Myakisheva Yu.V., Popova N.R. Review of approaches to modeling autism spectrum disorders in animals and studying the effectiveness of models in biomedical research (overview of the problem). *Laboratory Animals for Science,* 2024, no. 4. DOI: 10.57034/2618723X-2024-04-02. (in Russ.)
3. Gromova D.S., Popova N.R., Pavlova O.N. et al. Current methods of modeling depression in animals and approaches to the study of their efficiency in biomedical research (review of the problem). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ" (REHABILITATION, DOCTOR AND HEALTH),* 2023, vol. 13, no. 5, pp. 28-33. (in Russ.)
4. Kotel'nikova S.O., Sadovsky M.S., Kraineva V.A., Waldman E.A. Modeling the depressive-like state of learned helplessness in rats of different stocks. *Laboratory Animals for Science*, 2022, no. 2. DOI: 10.29296/2618723X-2022-02-03. (in Russ.)
5. Kade A.Kh., Kravchenko S.V., Trofimenko A.I. et al. Modern methods of anxiety assessment of rodents by tests based on unconditional behavior models. *Kuban Scientific Medical Bulletin*, 2018, vol. 25, no.

6, pp. 171-176. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-171-176. (in Russ.)
6. Carnevali L., Statello R., Vacondio F. et al. Anti-depressant-like effects of pharmacological inhibition of FAAH activity in socially isolated female rats. *Eur Neuropsychopharmacol*, 2020, vol. 32, pp. 77-87. DOI: 10.1016/j.euroneuro.2019.12.119.
7. Shirenova S.D., Khlebnikova N.N., Krupina N.A. Changes in sociability and preferences for social novelty in female rats under prolonged social isolation. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*, 2022, vol. 72, no. 4, pp. 520-542. (in Russ.)
8. Ivanova Yu.D., Maltsev M.V., Kuzubov A.V., Mohamed-Amin N.A. Modelling of Chronic Stress in Male Rats Subjected to Prolonged Isolation. *Natural Systems and Resources*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 12-19. (in Russ.)
9. Watanabe S., Omran Al., Shao A., Liang A.S., J. Social Isolation Model: A Noninvasive Rodent Model of Stress and Anxiety. *J. Vis. Exp.*, 2022, no. 189. DOI: 10.3791/64567.
10. Kosolapov V.A., Tregubova I.A. Modelirovanie stressa v e`ksperimente. *Lekarstvenny`j vestnik*, 2022, vol. 23, no. 2, pp. 17-19. (in Russ.)
11. Galstyan D.S., Kolesnikova T.O., Kositsyn Y.M. et al. Assessment of general locomotor activity and anxiety in zebrafish (Danio rerio) in the light-dark box (tank), the shoaling test, in the novel tank and the open field tests. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*, 2022, vol. 20, no. 2, pp. 123-133. (in Russ.)
12. Lebedev V.A., Lebedev A.A., Bychkov E.R., Shabanov P.D. Probability of using the behavioral responses of danio rerio in assessment of dose-dependent effects of phenazepam. *Laboratory Animals for Science*, 2018, no. 1. DOI: 10.29296/2618723X-2018-01-02. (in Russ.)
13. Zhdanov A.V., Xaczko S.L., Kaluev A.V. Method of modeling post-traumatic stress disorder in Zebrafish. Patent RF 2023133562, 2023. (in Russ.)
14. Krotova N.A., Lakstygal A.M., Taranov A.S. et al. Zebrafish as a new prospective model in translational neurobiology. *Russian Journal of Physiology*, 2019, vol. 105, no. 11, pp. 1417-1435. (in Russ.)
15. Toropova K.A., Ivashkina O.I., Anokhin K.V. Post-traumatic stress disorder: theoretical framework and animal models. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*, 2021, vol. 71, no. 6, pp. 735-759. (in Russ.)
16. Tsejlikman V.E., Lapshin M.S. et al. Method of modelling post-traumatic stress disorder in laboratory rats. Patent RF 2020120571, 2020. (in Russ.)
17. Gizatullin T.R., Zinatullin R.M., Kataev V.A. et al. Method of modelling "combating stress" in an experiment on laboratory animals with re-enactment of real combat environment. Patent RF 2013125854/14, 2013. (in Russ.)
18. Gusakova E.A., Gorodetskaya I.V. The technique for modeling the "time deficit" emotional stress. *Russian Journal of Physiology*, 2019, vol. 105, no. 4, pp. 520-530. (in Russ.)
19. Samotrueva M.A., Teplyj D.L., Serezhnikova T.K., Kuleshevskaya N.R. The way modeling of a syndrome of chronic weariness in experiment. *Journal Biomed*, 2011, no. 2, pp. 78-83. (in Russ.)
20. Semina I.I., Baichurina A.Z., Nikitin D.O. et al. Behavioral Pharmacology as the Main Approach to Study the Efficiency of Potential Psychotropic Drugs: Analysis of Modern Methods (Review). *Drug development & registration*, 2023, vol. 12, no. 1, pp. 161-181 (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Дарья Сергеевна Громова – старший преподаватель кафедры общей и молекулярной биологии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара; научный сотрудник лаборатории изотопных исследований Института теоретической и экспериментальной биофизики Российской Академии Наук, Пущино, e-mail: d.s.gromova@samsmu.ru.
Нелли Рустамовна Попова – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией изотопных исследований Института теоретической и экспериментальной биофизики Российской Академии Наук, Пущино.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Daria S. Gromova – Senior Lecturer of the Department of General and Molecular Biology, Samara State Medical University, Samara; Researcher of the Isotope Study Laboratory, Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, e-mail: d.s.gromova@samsmu.ru
Nelli R. Popova – Candidate of Biological Sciences, Head of the Isotope Study Laboratory, Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino.

Для цитирования: Громова, Д.С. Нетрадиционные способы моделирования некоторых психоэмоциональных состояний у животных в биомедицинских исследованиях / Д.С. Громова, Н.Р. Попова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_20

For citation: Gromova D.S., Popova N.R. Rare ways to model some psychoemotional states in animals in biomedical research. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_20