

УДК 616-092.11
DOI: 10.7868/S25000640250312

ВКЛАД РОСТОВСКОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ В РАЗВИТИЕ ИДЕИ И.П. ПАВЛОВА О ФИЗИОЛОГИИ СНА

© 2025 г. Е.В. Вербицкий¹

Аннотация. К 120-летней годовщине со дня вручения академику И.П. Павлову Нобелевской премии анализируется вклад ростовской физиологической школы в его идею о сне как о центральной проблеме высшей нервной деятельности. Став профессором Императорского Варшавского университета, И.П. Павлов продолжил руководить работами своих диссертантов после эвакуации университета в Первую мировую войну в Ростов-на-Дону. Один из его учеников, Н.А. Рожанский, защитив диссертацию о сне птиц, занимал должность профессора и заведующего кафедрой физиологии Ростовского медицинского института и продолжил работу над проблемой сна. Благодаря ему была воспитана целая плеяда физиологов, в том числе профессор А.Б. Коган, который организовал и возглавил НИИ нейрокибернетики при Ростовском государственном университете, где вместе с Г.Л. Фельдманом объединил работу нейрофизиологов с усилиями математиков, а также биофизиков для изучения и моделирования сна. Сочетание анализа реорганизации нейронных ансамблей в цикле сон – бодрствование с прижизненной биопсией мозга в динамике сна и последующей электронной микроскопией срезов позволило А.Б. Когану выйти на новый уровень понимания изречения И.П. Павлова, говорившего о сумме раздражений бодрствования, обуславливающей сумму истощения, которая гуморальным путем автоматически вызывает тормозное состояние сна.

Ключевые слова: сон, бодрствование, нейронные ансамбли, биопсия мозга во сне, сумма истощения, гуморальный запуск тормозного состояния сна.

CONTRIBUTION OF THE ROSTOV PHYSIOLOGICAL SCHOOL TO THE DEVELOPMENT OF I.P. PAVLOV'S IDEA OF SLEEP PHYSIOLOGY

E.V. Verbitsky¹

Abstract. To the 120th anniversary of the Nobel Prize awarding to Academician I.P. Pavlov, the contribution of the Rostov physiological school to his ideas on sleep as a central problem of higher nervous activity is analyzed. Having become a professor at the Imperial University of Warsaw, I.P. Pavlov continued to supervise the work of the dissertation authors he was advising after the evacuation of the university during World War I to Rostov-on-Don. One of his students, N.A. Rozhansky, held the position of professor and head of the Department of Physiology at the Rostov Medical Institute and continued his work on the problem of sleep. Thanks to him, a whole generation of physiologists was raised, including Professor A.B. Kogan, who organized and headed the Research Institute of Neurocybernetic at Rostov State University, where, together with G.L. Feldman, he combined the work of neurophysiologists with the efforts of mathematicians as well as biophysicists to study and model sleep. The combination of the analysis of reorganization of neuronal ensembles in the sleep-wake cycle with lifetime brain biopsy in the dynamics of sleep and subsequent electron microscopy of slices allowed A.B. Kogan to reach a new level of understanding of I.P. Pavlov's assertion about the sum of stimuli of wakefulness, conditioning the sum of exhaustion, which by humoral means automatically causes the inhibitory state of sleep.

Keywords: sleep, wakefulness, neuronal ensembles, brain biopsy in sleep, sum of exhaustion, humoral triggering of inhibitory state of sleep.

¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов на Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: e_verbitsky@mail.ru

1. Смирнов В.В. 2012. Ростовский след в биографии Ивана Петровича Павлова. *REGLA*. 17(255). URL: <https://relga.ru/articles/3368/>
2. Хананашвили Я.А. 2003. Николай Аполлинариевич Рожанский. *Донской временник*. 12: 85–87.
3. Павлов И.П. 2023. *Рефлекс свободы: Избранные статьи. Проблема сна*. М., Neoclassic: 416 с.
4. Павлов И.П. 1949. *Избранные произведения*. Л., Политическая литература: 568 с.
5. Павлов И.П. 1973. XXVI. Материалы к физиологии сна (совместно с д-ром Л.Н. Вознесенским). В кн.: Павлов И.П. *Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных*. М., Наука: 209–213.
6. Рожанский Н.А. 1954. *Материалы к физиологии сна*. М., Медгиз: 128 с.
7. Aserinsky E., Kleitman N. 1953. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science*. 118(3062): 273–274. doi: 10.1126/science.118.3062.273
8. Рожанский Н.А. 1957. *Очерки по физиологии нервной системы*. Л., Медгиз: 467 с.
9. Пигарев И.Н., Пигарева М.Л. 2017. Долгий и трудный путь к пониманию назначения сна. Этап до эпохи появления электрофизиологии. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 117(4–2): 91–97. doi: 10.17116/jnevro20171174291-97
10. Коган А.Б. 1949. *Электрофизиологическое исследование центральных механизмов некоторых сложных рефлексов*. М., АМН СССР: 187 с.
11. Коган А.Б., Фельдман Г.Л. 1971. Электрофизиологические показатели сна в коре головного мозга. В кн.: *Механизмы сна*. Л., Наука: 16–23.
12. Kogan A.B., Feldman G.L., Gusatinski V.N. 1975. Informational and metabolic processes in neurons of the cat cortex during sleep and wakefulness. In: *Second International Sleep Research Congress (Edinburgh, Scotland, July 1975)*. Edinburgh, LPM: 22–25.
13. Демин Н.Н., Коган А.Б., Моисеева Н.И. 1978. *Нейрофизиология и нейрохимия сна*. Л., Наука: 190 с.
14. Фельдман Г.Л., Владимирский Б.М. 1970. Об одном подходе к оценке взаимосвязи между нейронами. *Журнал высшей нервной деятельности имени И.П. Павлова*. 20: 650–652.
15. Фельдман Г.Л., Адамик Л.А. 1969. Электрическая активность корковых нейронов на разных стадиях сна. В кн.: *Материалы XVII научной конференции физиологов юга РСФСР. Т. 1*. Ставрополь: 20–22.
16. Коган А.Б. 1974. *Вероятностно-статистическая организация нейронных механизмов мозга*. Ростов н/Д, изд-во РГУ: 175 с.
17. Коган А.Б. 1962. Комплексное исследование электрофизиологических, гистохимических и цитоморфологических показателей возбудимости нейронов мозга. *Доклады Академии наук СССР*. 147(3): 985–988.
18. Коган А.Б., Загускин С.Л., Фельдман Г.Л., Гусатинский В.Н., Бондаренко Н.И. 1974. Комплексная методика отведения электрической активности, инъекции растворов и биопсии участков коры мозга в условиях свободного поведения животного. *Физиологический журнал СССР имени И.М. Сеченова*. 60(9): 647–650.
19. Демин Н.Н., Карманова И.Г., Рубинская Н.Л., Хомулецкая О.Е. 1977. Сравнительные нейрохимические и физиологические характеристики покоя тика каталепсии и сна. *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 13: 56–61.
20. Гусатинский В.Н., Лебедев Э.А., Бродский В.Я. 1975. Количественные изменения белков в крупных пирамидах теменной ассоциативной коры кошки в разные фазы сна и бодрствования. *Цитология*. 17: 64–67.
21. Коган А.Б., Фельдман Г.Л., Федоренко Г.М., Гусатинский В.Н. 1981. Об изменении количества рибосом в глии и нейронах коры мозга при развитии сна. *Доклады Академии наук СССР*. 259(4): 1009–1011.
22. Федоренко Г.М., Фельдман Г.Л., Гусатинский В.Н. 1983. Количество рибосом в сателлитной глии и нейроглиальные отношения в цикле бодрствование – сон. *Цитология*. 25(3): 272–277.
23. Фельдман Г.Л., Федоренко Г.М., Гусатинский В.Н. 1980. Синтез белков в крупных пирамидных нейронах коры во время парадоксальной фазы сна. *Цитология*. 22(5): 548–552.
24. Фельдман Г.Л., Гусатинский В.Н., Федоренко Г.М. 1979. Изучение топографии и уровня синтеза белка в крупных пирамидных нейронах во время сна и бодрствования. *Цитология*. 21(4): 429–433.
25. Kogan A.B., Feldman G.L., Gusatinsky V.B., Fedorenko G.M., Burikov A.A., Verbitsky E.V., Kondrateva L.V., Chigrinov I.A., 1988. Levels of cytochemical, neuronal and systematic research in the neurobiology of sleep. In: *Materials of the 1st International Symposium "Neurobiology of sleep"*. Tbilisi, Metsniereba: 373–390.
26. Моисеева Н.И. 1970. Биоэлектрическая активность мозга человека в процессе засыпания и сна. *Журнал высшей нервной деятельности имени И.П. Павлова*. 20: 594–601.

27. Вербицкий Е.В., Полуэктов М.Г. 2023. Регуляция сна как комплексный процесс. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 123(5–2): 8–14. doi: 10.17116/jnevro20231230528
28. Kryger M.H., Roth T., Goldstein C.A., Dement W.C. 2022. *Principles and practice of sleep medicine*. Philadelphia, Elsevier: 982 p.
29. Полуэктов М.Г., Спектор Е.Д. 2023. Молекулярные и клеточные механизмы восстановительных эффектов сна. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 123(5–2): 15–20. doi: 10.17116/jnevro202312305215
30. Вербицкий Е.В., Арапова Ю.Ю. 2024. Роль церебральной активации в цикле сон – бодрствование. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 124(5–2): 14–19. doi: 10.17116/jnevro202412405214
31. Ковальзон В.М. 2024. *Нейробиология бодрствования и сна*. М., URSS: 416 с.
32. Tononi G., Cirelli C. 2006. Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Medicine Reviews*. 10(1): 49–62. doi: 10.1016/j.smrv.2005.05.002
33. Nowak N., Gaisl T., Miladinovic D., Marcinkevics R., Osswald M., Bauer S., Buhmann J., Zenobi R., Sinues P., Brown S.A., Kohler M. 2021. Rapid and reversible control of human metabolism by individual sleep states. *Cell Reports*. 37(4): 109903. doi: 10.1016/j.celrep.2021.109903
34. Широлапов И.В., Грибкова О.В., Ковалев А.М., Шафигуллина Л.Р., Уливанова В.А., Козлов А.В., Ерещенко А.А., Лямин А.В., Захаров А.В. 2024. Роль взаимосвязей по оси мозг – кишечник – микробиом в регуляции циркадианных ритмов, механизмах сна и их нарушений. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 124(5–2): 79–86. doi: 10.17116/jnevro202412405279
35. Вербицкий Е.В., Полуэктов М.Г. 2025. Энергетические процессы в цикле сон – бодрствование. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 125(5–2): 8–13. doi: 10.17116/jnevro20251250528
- during sleep. *Science*. 118(3062): 273–274. doi: 10.1126/science.118.3062.273
8. Rozhansky N.A. 1957. *Ocherki po fiziologii nervnoy sistemy*. [Essays on the physiology of the nervous system]. Leningrad, Medgiz: 467 p. (In Russian).
9. Pigarev I.N., Pigareva M.L. 2017. [Long and difficult way towards the understanding of sleep function. Period before the age of electrophysiology]. *Zhurnal neurologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 117(4–2): 91–97. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro20171174291-97
10. Kogan A.B. 1949. *Elektrofiziologicheskoe issledovanie tsentral'nykh mekhanizmov nekotorykh slozhnykh refleksov*. [Electrophysiological study of the central mechanisms of some complex reflexes]. Moscow, Academy of Medical Sciences of the USSR: 187 p. (In Russian).
11. Kogan A.B., Feldman G.L. 1971. [Electrophysiological indicators of sleep in the cerebral cortex]. In: *Mekhanizmy sna*. [Sleep mechanisms]. Leningrad, Nauka: 16–23. (In Russian).
12. Kogan A.B., Feldman G.L., Gusatinski V.N. 1975. Informational and metabolic processes in neurons of the cat cortex during sleep and wakefulness. In: *Second International Sleep Research Congress (Edinburgh, Scotland, July 1975)*. Edinburgh, LPM: 22–25.
13. Demin N.N., Kogan A.B., Moiseeva N.I. 1978. *Neyrofiziologiya i neyrokhimiya sna*. [Neurophysiology and neurochemistry of sleep]. Leningrad, Nauka: 190 p. (In Russian).
14. Feldman G.L., Vladimirskiy B.M. 1970. [On one approach to assessing the relationship between neurons]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti imeni I.P. Pavlova*. 20: 650–652. (In Russian).
15. Feldman G.L., Adamik L.A. 1969. [Electrical activity of cortical neurons at different stages of sleep]. In: *Materialy XVII nauchnoy konferentsii fiziologov yuga RSFSR. T. 1*. [Proceedings of the XVII scientific conference of physiologists of the south of the RSFSR. Vol. 1]. Stavropol: 20–22.
16. Kogan A.B. 1974. *Veroyatnostno-statisticheskaya organizatsiya neyronnykh mekhanizmov mozga*. [Probabilistic and statistical organization of neural mechanisms of the brain]. Rostov-on-Don, Rostov State University: 175 p. (In Russian).
17. Kogan A.B. 1962. [Comprehensive study of electrophysiological, histochemical and cytomorphological parameters of excitability of brain neurons]. *Doklady Akademii nauk SSSR*. 147(3): 985–988. (In Russian).
18. Kogan A.B., Zaguskin S.L., Feldman G.L., Gusatinsky V.N., Bondarenko N.I. 1974. [A comprehensive technique for the removal of electrical activity, injection of solutions and biopsy of areas of the cerebral cortex in conditions of free animal behavior]. *Fiziologicheskii zhurnal SSSR imeni I.M. Sechenova*. 60(9): 647–650. (In Russian).
19. Demin N.N., Karmanova I.G., Rubinskaya N.L., Khomutetskaya O.E. 1977. [Comparative neurochemical and physiological characteristics of the resting state of cataplexy and sleep]. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimi i fiziologii*. 13: 56–61.
20. Gusatinskiy V.N., Lebedev E.A., Brodskiy V.Ya. 1975. [Quantitative changes in proteins in large pyramids of the parietal associative cortex of a cat in different phases of sleep and wakefulness]. *Tsitologiya*. 17: 64–67. (In Russian).
21. Kogan A.B., Feldman G.L., Fedorenko G.M., Gusatinskiy V.N. 1981. [On the change in the number of ribosomes in glia

REFERENCES

1. Smirnov V.V. 2012. [The Rostov trace in the biography of Ivan Petrovich Pavlov]. *REGLA*. 17(255). Available at: <https://relga.ru/articles/3368/>. (In Russian).
2. Khananashvili Ya.A. 2003. [Nikolay Apollinarieovich Rozhanskiy]. *Donskoy vremennik*. 12: 85–87. (In Russian).
3. Pavlov I.P. 2023. *Refleks svobody: Izbrannye stat'i. Problema sna*. [Reflex of freedom: Selected articles. The problem of sleep]. Moscow, Neoclassic: 416 p. (In Russian).
4. Pavlov I.P. 1949. *Izbrannye proizvedeniya*. [Selected works]. Leningrad, Politicheskaya literatura: 568 p. (In Russian).
5. Pavlov I.P. 1973. [Materials for sleep physiology (together with Dr L.N. Voznesenskiy)]. In: Pavlov I.P. *Dvadsatiletniy opyt ob "ektivnogo izucheniya vysshey nervnoy deyatel'nosti (povedeniya) zhivotnykh*. [Twenty years of experience in the objective study of higher nervous activity (behavior) of animals]. Moscow, Nauka: 209–213. (In Russian).
6. Rozhanskiy N.A. 1954. *Materialy k fiziologii sna*. [Materials for sleep physiology]. Moscow, Medgiz: 128 p. (In Russian).
7. Aserinsky E., Kleitman N. 1953. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena,

- and neurons of the cerebral cortex during the development of sleep]. *Doklady Akademii nauk SSSR*. 259(4): 1009–1011. (In Russian).
22. Fedorenko G.M., Feldman G.L., Gusatinskiy V.N. 1983. [The number of ribosomes in the satellite glia and neuroglial relationships in the wake-sleep cycle]. *Tsitologiya*. 25(3): 272–277. (In Russian).
23. Feldman G.L., Fedorenko G.M., Gusatinsky V.N. 1980. [Protein synthesis in large pyramidal neurons of the cortex during the paradoxical sleep phase]. *Tsitologiya*. 22(5): 548–552. (In Russian).
24. Feldman G.L., Gusatinskiy V.N., Fedorenko G.M. 1979. [The study of the topography and the level of protein synthesis in large pyramidal neurons during sleep and wakefulness]. *Tsitologiya*. 21(4): 429–433. (In Russian).
25. Kogan A.B., Feldman G.L., Gusatinsky V.B., Fedorenko G.M., Burikov A.A., Verbitsky E.V., Kondrateva L.V., Chigrinov I.A. 1988. Levels of cytochemical, neuronal and systematic research in the neurobiology of sleep. In: *Materials of the 1st International Symposium "Neurobiology of sleep"*. Tbilisi, Metsniereba: 373–390.
26. Moiseeva N.I. 1970. [Bioelectric activity of the human brain during falling asleep and sleep]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti imeni I.P. Pavlova*. 20: 594–601. (In Russian).
27. Verbitsky E.V., Poluektov M.G. 2023. [Sleep regulation as a complex process]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 123(5–2): 8–14. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro20231230528
28. Kryger M.H., Roth T., Goldstein C.A., Dement W.C. 2022. *Principles and practice of sleep medicine*. Philadelphia, Elsevier: 982 p.
29. Poluektov M.G., Spektor E.D. 2023. [Molecular and cellular mechanisms of restorative effects of sleep]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 123(5–2): 15–20. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro202312305215
30. Verbitsky E.V., Arapova Yu.Yu. 2024. [The role of cerebral activation in the sleep-wake cycle]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 124(5–2): 14–19. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro202412405214
31. Koval'zon V.M. 2024. *Neyrobiologiya bodrstvovaniya i sna. [Neurobiology of wakefulness and sleep]*. Moscow, URSS: 416 p. (In Russian).
32. Tononi G., Cirelli C. 2006. Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Medicine Reviews*. 10(1): 49–62. doi: 10.1016/J.smr.2005.05.002
33. Nowak N., Gaisl T., Miladinovic D., Marcinkevics R., Osswald M., Bauer S., Buhmann J., Zenobi R., Sinues P., Brown S.A., Kohler M. 2021. Rapid and reversible control of human metabolism by individual sleep states. *Cell Reports*. 37(4): 109903. doi: 10.1016/j.celrep.2021.109903
34. Shirolapov I.V., Gribkova O.V., Kovalev A.M., Shafigullina L.R., Ulivanova V.A., Kozlov A.V., Ereshchenko A.A., Lyamin A.V., Zakharov A.V. 2024. [The interactions along the microbiota-gut-brain axis in the regulation of circadian rhythms, sleep mechanisms and disorders]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 124(5–2): 79–86. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro202412405279
35. Verbitsky E.V., Poluektov M.G. 2025. [Energy processes in the sleep – wake cycle]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 125(5–2): 8–13. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro20251250528

Поступила 16.09.2024

Принята 20.03.2025