

DOI 10.25789/YMJ.2025.92.26

УДК 159.9

А.М. Хафизова, Т.К. Давыдова

## НЕЙРОПРОТЕКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БИЛИНГВИЗМА В ПРОФИЛАКТИКЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ

В настоящем литературном обзоре анализируются современные научные исследования, которые посвящены изучению влияния билингвизма и мультилингвизма на когнитивные функции человека. Основное внимание уделяется воздействию опыта владения двумя и более языками на исполнительные функции, такие как ингибиторный контроль, когнитивная гибкость и рабочая память. В статье рассматриваются концепция «билингвального преимущества» и факторы, модулирующие его проявление, а также роль билингвизма в формировании когнитивного резерва.

**Ключевые слова:** билингвизм, мультилингвизм, когнитивные функции, нейропластичность, когнитивный резерв, нейропсихология

This literature review analyses current scientific research that focuses on the impact of bilingualism and multilingualism on human cognitive functions. The focus is on the impact of two or more language experiences on executive functions such as inhibitory control, cognitive flexibility and working memory. The article examines the concept of «bilingual advantage» and the factors that modulate its manifestation, as well as the role of bilingualism in the formation of cognitive reserve.

**Keywords:** bilingualism, multilingualism, cognitive functions, neuroplasticity, cognitive reserve, neuropsychology

**Для цитирования:** Хафизова А.М., Давыдова Т.К. Нейропротективный потенциал билингвизма в профилактике когнитивных нарушений. Якутский медицинский журнал. 2025; 92(4): 123-126. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2025.92.26>

**Введение.** Феномен билингвизма стимулировал научный интерес к изучению того, как опыт управления несколькими языковыми системами влияет на когнитивные процессы и структуру головного мозга. В условиях глобализации и растущей межкультурной коммуникации феномены билингвизма и мультилингвизма привлекают все большее внимание исследователей в области психологии, нейропсихологии и неврологии.

Центральное место в исследованиях когнитивных эффектов билингвизма занимает изучение его влияния на исполнительные функции – совокупность высших когнитивных процессов, отвечающих за планирование, концентрацию внимания, игнорирование отвлекающих факторов и многозадачность.

Ключевыми компонентами исполнительных функций являются ингибиторный контроль, когнитивная гибкость и рабочая память. Гипотеза «билингвального преимущества» предполагает, что постоянная необходимость

билингва контролировать и управлять двумя одновременно активированными языковыми системами, подавляя нерелевантный язык, действует как постоянная тренировка для исполнительных функций [32].

Многочисленные исследования подтверждают наличие этого преимущества. Например, в работе А.Н. Верраксы и соавт. (2020) было показано, что дети-билингвы демонстрируют более высокие показатели в задачах, требующих переключения внимания и подавления импульсивных ответов, по сравнению с их монолингвальными сверстниками [18].

Постоянная практика переключения между языками, по-видимому, развивает общую способность к когнитивной гибкости, т.е. умение переключаться между различными задачами или мысленными установками.

**Результаты и обсуждение.** Исследования с использованием невербальных тестов, таких как задача Струпа или задача на переключение, часто показывают, что билингвы справляются с ними быстрее и с меньшим количеством ошибок [16]. Всё вышесказанное связано с тем, что механизм, используемый для подавления одного языка и активации другого, является домено-неспецифичным и распространяет свое действие на другие когнитивные задачи, требующие контроля.

Однако простое владение двумя или более языками недостаточно для

защиты от когнитивного упадка. Важно отметить, что только определенные типы так называемого «активного» билингвизма оказывают максимальное воздействие на здоровье мозга, а именно те, кто в достаточной мере подвергается воздействию своих языков, регулярно их использует и активно вовлечен в ситуации, требующие переключения между языками [14].

Билингвы постоянно сталкиваются с дополнительной нагрузкой на когнитивные функции: в отличие от монолингвов, им приходится контролировать свои языки. Исследования показывают, что все языки билингвов/мультилингвов постоянно активированы, независимо от контекстуальной необходимости или сознательного намерения. Языками необходимо управлять для переключения выбора на тот, который соответствует данному коммуникативному контексту [15], тем самым избегая нежелательного вмешательства контекстуально нерелевантного языка.

Для билингвов необходимость переключения с одного языка на другой в реальном мире динамична, сложна и не всегда предсказуема. Можно использовать язык X или переключаться между языками X и Y (потому что контекст собеседника это позволяет и требует), когда в комнату входит или звонит кто-то, связанный исключительно с языком Y. Как бы неожиданно это ни было, требуется мгновенное переключение в (другой) одноязычный

ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем» (677000, г. Якутск, ул. Ярославского, 6/3): **ХАФИЗОВА Анастасия Марсельевна** – м.н.с., [ahafizovado2010@gmail.com](mailto:ahafizovado2010@gmail.com), ORCID 0000-0003-1719-8271; **ДАВЫДОВА Татьяна Кимовна** – к.м.н., в.н.с.-зав. лаб., руковод. Центра нейродегенеративных заболеваний, [tanya.davydova.56@inbox.ru](mailto:tanya.davydova.56@inbox.ru), ORCID 0000-0001-9525-1512.

режим. Утверждается, что это постоянное подавление контекстуально нерелевантного языка посредством существенного и непрерывного привлечения процессов исполнительного контроля «тренирует» соответствующие когнитивные навыки и мозговые сети, делая их более эффективными. Действительно, было показано, что эта «тренировка» изменяет общие процессы и лежащую в их основе нейронную архитектуру напрямую и фундаментально [10].

Все же стоит отметить, что гипотеза о «билингвальном преимуществе» не является общепринятой и в последние годы подвергается активной критике. Ряд исследований не смог воспроизвести ранее полученные результаты или показал, что преимущество проявляется лишь в строго определенных условиях и зависит от множества факторов, таких как возраст освоения второго языка, уровень владения им, а также социолингвистический контекст [17].

Исследование Reas E. выявило «эффект дозы»: каждое дополнительное десятилетие активного использования второго языка снижает риск когнитивных нарушений на 20%, а владение 3 и более языками увеличивает вероятность сохранения когнитивного здоровья в старости в 4 раза [26]. Ключевым является не формальное знание, а регулярное коммуникативное использование языков на протяжении жизни [14].

В отличие от полученного образования или профессиональной сложности, билингвальный опыт создает ежедневную когнитивную нагрузку, сравнимую с непрерывной тренировкой. Ellen Bialystok подчеркивает, что именно постоянное переключение между языками тренирует префронтальные области, компенсируя изменения в гиппокампе. Это объясняет, почему билингвизм влияет не на память как таковую, а на компенсаторные возможности лобных долей [23].

Некоторые авторы утверждают, что наблюдаемые различия могут быть связаны не с самим билингвизмом, а с другими сопутствующими переменными, такими как социоэкономический статус или культурные особенности. Таким образом, современная дискуссия смещается от вопроса «существует ли преимущество?» к вопросу «при каких условиях оно возникает и какими механизмами опосредовано?».

Достижения в области нейровизуализации позволили перейти от наблюдений к изучению нейронных основ

влияния билингвизма. Исследования показывают, что опыт владения несколькими языками приводит к значительным структурным и функциональным изменениям в головном мозге, демонстрируя его высокую нейропластичность [2, 3].

Большинство исследований демонстрируют изменения в головном мозге билингвов, которые топографически совпадают с областями, тесно связанными с обработкой и контролем языка, памятью и исполнительными функциями [13]. Исследования с использованием MPT показывают повышенную эффективность нейронного вовлечения при выполнении задач у билингвов, даже при отсутствии измеримых поведенческих различий [14]. В последнее время работы по нейровизуализации демонстрируют, как более активный билингвизм связан с индивидуальными нейроанатомическими изменениями и более эффективным нейронным вовлечением при выполнении поведенческих задач [28].

У билингвов наблюдается увеличение плотности серого вещества в областях, связанных с языковым контролем и исполнительными функциями, в частности в нижней теменной доле и дорсолатеральной префронтальной коре [5, 6]. Данные области мозга играют ключевую роль в процессах внимания, переключения задач и подавления интерференции.

Функциональные исследования с использованием MPT показывают, что при выполнении когнитивных задач билингвы часто демонстрируют более эффективную активацию нейронных сетей. Это означает, что для достижения того же результата их мозг может задействовать меньше ресурсов по сравнению с мозгом монолингвов [13].

Идея о том, что билингвизм создает «когнитивный шум», давно уступила место концепции структурированного нейрокогнитивного тренинга. Суть феномена заключена не в параллельном хранении двух лингвистических систем, а в формировании динамической системы подавления интерференции, где префронтальная кора выступает арбитром конкурирующих сигналов [31].

Исследования методом MPT демонстрируют, что даже при молчаливом продуцировании речи у билингвов сохраняется фоновый уровень активации в дорсолатеральной префронтальной коре (DLPFC) и передней поясной извилине (ACC) – областях, ответственных за разрешение конфликтов и селекцию релевантных стимулов

[20, 21]. Это объясняет феномен нейронной экономии: при выполнении невербальных задач на исполнительный контроль билингвы демонстрируют сниженную активацию контрольных сетей по сравнению с монолингвами, что свидетельствует о более эффективной подборе ресурсов [15].

Нейрофизиологические различия проявляются и в стратегиях обработки информации. В то время как монолингвы задействуют правую среднюю лобную извилину для компенсации возрастных изменений, билингвы активируют левую нижнюю теменную долю (IPL) [30]. Левый IPL участвует в фонологической, а также семантической обработке и играет ключевую роль в овладении вторым языком и знании словарного запаса [24]. Альтернативный паттерн активации позволяет поддерживать когнитивную производительность даже при начавшихся дегенеративных процессах.

Повышенная нейронная эффективность является результатом постоянной тренировки сетей когнитивного контроля [25]. Более того, исследования с использованием диффузионно-тензорной визуализации (DTI) выявили у билингвов более высокую целостность белого вещества в мозолистом теле и других трактах, соединяющих различные области мозга.

Таким образом, вышеизложенное указывает на более совершенную и быструю передачу информации между полушариями и внутри них, что является необходимым условием для эффективного управления двумя языковыми системами [10–12].

Диффузионно-тензорная визуализация (DTI) в исследовании Bakhtiari R., Boliek C., Cummine J. выявила структурные различия, лежащие в основе функциональных преимуществ [7].

У индивидов с длительным билингвальным опытом наблюдается:

- повышенная фракционная анизотропия в нижнем лобно-затылочном и верхнем продольном пучках, что указывает на усиленную миелинизацию и организацию аксональных трактов;
- увеличенная функциональная связность между узлами сети пассивного режима работы мозга (DMN) и сетью исполнительного контроля, причем сила корреляции прямо зависит от частоты использования иностранных языков.

Эти изменения создают нейроанатомический субстрат для когнитивного резерва. Эпидемиологическое исследование Alladi S. и коллег (2013), вклю-

чившее 648 пациентов с деменцией в Индии, показало, что у билингвов клиническая манифестация болезни Альцгеймера начиналась на 4,5 года позже, чем у монолингвов, независимо от уровня образования и социально-экономического статуса [1]. Парадоксально, но при этом у билингвов с деменцией обнаруживалась большая степень атрофии в медиальных височных структурах по сравнению с одноязычными пациентами при одинаковой выраженности симптомов.

Нейроанатомические и нейрофункциональные изменения лежат в основе преимуществ, наблюдаемых у билингвов, и служат наглядным примером того, как жизненный опыт способен формировать структуру и функционирование человеческого мозга на протяжении всей жизни.

Одной из наиболее значимых и практически важных областей исследования является роль билингвизма в формировании когнитивного резерва. Когнитивный резерв является способностью мозга противостоять патологическим изменениям (например, связанным с возрастом или нейродегенеративными заболеваниями) и поддерживать нормальное когнитивное функционирование [8].

Концепция заключается в том, что жизненный опыт, включая образование, профессиональную деятельность и владение несколькими языками, создает «запас прочности» в головном мозге, который позволяет компенсировать возникающие нарушения [22].

Ряд крупных эпидемиологических исследований показал, что пожилые люди, владеющие двумя или более языками, в среднем на 4–5 лет позже сталкиваются с первыми симптомами деменции, в частности болезни Альцгеймера, по сравнению с монолингвами [19].

**Заключение.** Важно отметить, что билингвизм не предотвращает само заболевание – патологические изменения в мозге (например, накопление амилоидных бляшек) происходят так же, как и у монолингвов. Тем не менее благодаря сформированному когнитивному резерву мозг билингвов дольше способен компенсировать эти изменения, поддерживая функциональность на должном уровне [9, 27].

Механизм этого защитного эффекта связывают с теми же изменениями в мозге, которые обсуждались выше: более развитые исполнительные функции и повышенная эффективность нейронных сетей [28]. Когда одни нейронные пути повреждаются в результа-

те болезни, мозг билингва оказывается более способным находить альтернативные пути для решения когнитивных задач, используя более гибкие и эффективные сети, натренированные многолетним опытом управления языками [1, 29]. Такого рода эффект наблюдается даже в том случае, если второй язык был выучен во взрослом возрасте, что открывает перспективы для использования языкового обучения в качестве превентивной меры для поддержания когнитивного здоровья в старости.

Анализ современной научной литературы показывает, что опыт билингвизма и мультилингвизма оказывает глубокое и многогранное влияние на когнитивные функции и нейронную организацию головного мозга. Постоянная необходимость управлять несколькими языковыми системами приводит к значимым изменениям, проявляющимся как на поведенческом уровне в виде улучшения определенных аспектов когнитивного контроля, так и на нейробиологическом уровне в виде структурной и функциональной перестройки мозга. Таким образом, билингвизм можно рассматривать как один из факторов, способствующих когнитивной пластичности и формированию нейрокогнитивного резерва на протяжении всей жизни человека.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Литература

- Alladi, S., Bak T.H., Duggirala, V., et al. Bilingualism delays age at onset of dementia, independent of education and immigration status. *Neurology*. 2020. Vol. 94, No. 18. P. 1728–1736.
- Anderson, J.A. E., Grundy, J.G., Grady, C.L., Craik, F.I. M., and Bialystok, E. (2021). Bilingualism contributes to reserve and working memory efficiency: Evidence from structural and functional neuroimaging. *Neuropsychologia* 163:108071. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2021.108071
- Anderson, J.A.E., Hawrylewicz, K., and Grundy, J. G. (2020). Does bilingualism protect against dementia? A meta-analysis. *Psychonomic Bull. Rev.* 2020:5. doi: 10.3758/s13423-020-01736-5
- Arslan, S., Chen L.R.K., Titone M. Executive Functions in Older Multilinguals: A Comparison with Monolinguals. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*. 2025. Vol. 80, No. 2. P. 110–125.
- Bak, T.H., Nissan, J.J., Allerhand, M.M., and Deary, I.J. (2014). Does bilingualism influence cognitive aging? *Ann. Neurol.* 75, 959–963. doi: 10.1002/ana.24158
- Bakhtiar R., Boliek C., Cummine J. Lifetime language experience and cognitive resilience: The bilingual paradox revisited. *Nature Human Behaviour*. 2023. Vol. 7, No. 5. P. 785–798.
- Bakhtiar R., Boliek C., Cummine J. Investigating the contribution of ventral-lexical and dorsal-sublexical pathways during reading in bilinguals. *Frontiers in human neuroscience*. 2014. V. 8. P. 507.
- Baum, S., and Titone, D. (2014). Moving toward a neuroplasticity view of bilingualism, executive control, and aging. *Appl. Psycholinguist.* 35, 857–894. doi: 10.1017/S0142716414000174
- Berkes, M., Calvo, N., Anderson, J.A.E., and Bialystok, E. (2021). Poorer clinical outcomes for older adult monolinguals when matched to bilinguals on brain health. *Brain Struct. Funct.* 2021:0123456789. doi: 10.1007/s00429-020-02185-5
- Bialystok, E. Bilingualism: Language and Cognition / E. Bialystok, F.I.M. Craik, G. Luk // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 2021. Vol. 12, No. 3. P. 45–58.
- Bialystok, E., Craik, F.I. M., Binns, M.A., Osher, L., and Freedman, M. (2014). Effects of bilingualism on the age of onset and progression of MCI and AD: Evidence from executive function tests. *Neuropsychology* 28, 290–304. doi: 10.1037/neu0000023
- Bialystok, E., Craik, F., and Luk, G. (2008). Cognitive Control and Lexical Access in Younger and Older Bilinguals. *J. Exp. Psychol.* 34, 859–873. doi: 10.1037/0278-7393.34.4.859
- Calabria, M., Costa, A., Green, D.W., and Abutalebi, J. (2018). Neural basis of bilingual language control. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1426, 221–235. doi: 10.1111/nyas.13879
- De Baene, W., Duyck, W., Brass, M., and Carreiras, M. (2015). Brain Circuit for Cognitive Control Is Shared by Task and Language Switching. *J. Cognit. Neurosci.* 27, 1752–1765. doi: 10.1162/jocn\_a.00817
- Fedeli, D., Del Maschio, N., Sulpizio, S., Rothman, J., and Abutalebi, J. (2021). The bilingual structural connectome: Dual-language experiential factors modulate distinct cerebral networks. *Brain Lang.* 220:104978. doi: 10.1016/j.bandl.2021.104978
- Chen, Q.A meta-analysis of the bilingual advantage in inhibitory control across the lifespan / Q. Chen, S.L. Chen, A.H. Wang // *Psychological Bulletin*. 2024. Vol. 150, No. 1. P. 110–135.
- Garcia, M.A. Multilingual experience, brain connectivity, and cognitive flexibility / M.A. Garcia, L.S. Delgado, J.P. Rodriguez // *Trends in Cognitive Sciences*. 2023. Vol. 27, No. 10. P. 975–989.
- Gold, B.T. Bilingualism and the aging brain: A 6-year longitudinal study on cognitive reserve / B.T. Gold, E.A. Johnson, A.C. Goldfarb // *Brain Structure and Function*. 2024. Vol. 229, No. 5. P. 1655–1670.
- Grant, A.M., Dennis C.A., Li J.H. Multilingualism and cognitive reserve: a systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*. 2021. Vol. 31, No. 1. P. 1–25.
- Hertrich I. et al. The role of the dorsolateral prefrontal cortex for speech and language processing. *Frontiers in human neuroscience*. 2021. V. 15. P. 645209.
- Leivada, E., Westergaard, M., Duñabeitia, J.A., and Rothman, J. (2021). On the phantom-like appearance of bilingualism effects on neurocognition: (How) should we proceed? *Bilingual. Lang. Cognit.* 24, 197–210. doi: 10.1017/S1366728920000358
- Mendez, M.F., Chavez, D., and Akhlaghipour, G. (2019). Bilingualism Delays Expression of Alzheimer's Clinical Syndrome. *Dement. Geriatr. Cognit. Disord.* 48, 281–289. doi: 10.1159/000505872
- Moskowitz C., Senior L.S. Learning a Second Language Protects Against Alzheimer's. *Live Science*, February. 2011. V. 18.]



24. Peitz K. et al. The influence of bilingualism on gray matter volume in the course of aging: a longitudinal study. *Frontiers in aging neuroscience*. 2023. V. 15. P. 1193283.

25. Perani, D., Abutalebi J. The impact of bilingualism on brain reserve and cognitive aging. *Nature Reviews Neuroscience*. 2022. Vol. 23. P. 145–159.

26. Reas E. Speaking Multiple Languages Staves Off Dementia // URL: <https://nautil.us/speaking-multiple-languages-staves-off-dementia-235940/>

27. Sala, A., Malpetti, M., Farsad, M., Lubian, F., Magnani, G., Frasca Polara, G., et al.

(2021). Lifelong bilingualism and mechanisms of neuroprotection in Alzheimer dementia. *Hum. Brain Mapp.* 2021, 1–12. doi: 10.1002/hbm.25605

28. Sulpizio, S., Del Maschio, N., Del Mauro, G., Fedeli, D., and Abutalebi, J. (2020). Bilingualism as a gradient measure modulates functional connectivity of language and control networks. *NeuroImage* 205:116306. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116306

29. Voits, T., Pliatsikas, C., Robson, H., and Rothman, J. (2020). Beyond Alzheimer's disease: Can bilingualism be a more generalized protective factor in neurodegeneration? *Neuropsychologia* 147:107593. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2020.107593

30. Zhang H., Wu Y.J., Thierry G. Bilingualism and aging: A focused neuroscientific review. *Journal of Neurolinguistics*. 2020. V. 54. P. 100890.]

31. Zhu, J.D., and Sowman, P.F. (2020). Whole-Language and Item-Specific Inhibition in Bilingual Language Switching: The Role of Domain-General Inhibitory Control. *Brain Sci.* 10:517. doi: 10.3390/brainsci10080517

32. Zvereva, I.V., Mikhailov R.G., Petrova A.Y. The Role of the Corpus Callosum in Multilingual Cognitive Control: An fMRI Study. *NeuroImage*. 2025. Vol. 308. P. 119876.

DOI 10.25789/YMJ.2025.92.27

УДК 616.006

А.В. Козловская, А.П. Галин

## НЕКОТОРЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНТИРЕЗОРБТИВНОЙ ТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С КОСТНЫМИ МЕТАСТАЗАМИ

В обзорной статье рассмотрены некоторые аспекты применения антирезорбтивной терапии (АРТ) с целью сохранения микроархитектуры кости и снижения риска переломов у больных с костными метастазами. Авторы приходят к выводу о том, что на сегодняшний день не существует альтернативы АРТ для профилактики костных осложнений и коррекции болевого синдрома.

**Ключевые слова:** антирезорбтивная терапия, остеомодифицирующие агенты, костные метастазы и поражение костей при миеломе

The review article discusses some aspects of the use of anti-resorptive therapy to preserve bone microarchitecture and reduce the risk of fractures in patients with bone metastases. The authors conclude that there is currently no alternative to ART for the prevention of bone complications and the management of pain.

**Keywords:** antiresorptive therapy, osteomodifying agents, bone metastases and bone lesions in myeloma

**Для цитирования:** Козловская А.В., Галин А.П. Некоторые клинические особенности антирезорбтивной терапии пациентов с костными метастазами. *Якутский медицинский журнал*. 2025; 92(4): 126–129. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2025.92.27>

**Введение.** Современная антирезорбтивная терапия (АРТ) направлена на снижение потери костной массы, риска переломов и сохранение микроархитектуры кости. Ключом к предотвращению потери костной массы является подавление функции остеокластов – многоядерных гигантских клеток, осуществляющих резорбцию костной ткани. Остеокласты инициируют физиологическое ремоделирование кости во время ее роста, при

прорезывании зубов и заживлении переломов [30]. Вместе с тем они способны вызвать потерю костной массы при патологических состояниях, таких как метастазы в кости [23].

Среди препаратов, применяемых для подавления остеокластов, широко известны бисфосфонаты – синтетические аналоги пирофосфатов, соединений, входящих в состав костного матрикса [9, 25, 26, 31]. В бисфосфонатах атом кислорода заменён на атом углерода, что делает молекулу более стабильной. Механизм действия бисфосфонатов (алендроновая, золендроновая, ризедроновая и ибандроновая кислоты) изучен неполно. Полагают, что при костной резорбции остеокласт, удаляющий костную ткань, захватывает бисфосфонат, наиболее вероятно, вместе с кальцием и костным матриксом [32]. В результате останавливается модификация сигнальных белков, важных для нормальной функции остеокласта, что в дальнейшем может

приводить к апоптозу клетки, разрушающему костную ткань [11].

Среди данного класса веществ наибольшей активностью обладает золендроновая кислота (ЗК), которая относится к азот-содержащим бисфосфонатам [29]. ЗК обладает высоким сродством к кости, так как связывается с гидроксиапатитом в костной ткани посредством хелатирования  $\text{Ca}^{2+}$  [10, 28]. После усвоения костными резорбирующими остеокластами ЗК способна индуцировать апоптоз остеокластов, ответственных за резорбцию кости, посредством ингибирования мевалонатного пути, опосредованного фарнезилпирофосфатсинтазой (FPPS), и активации активных форм кислорода (АФК-индуцируемый путь) [33]. Кроме того, ЗК способна подавлять дифференцировку макрофагов в остеокласты, а также снижать экспрессию лиганда – активатора рецептора ядерного фактора  $\kappa\text{B}$  (RANKL), уменьшая тем самым взаимодействие

**КОЗЛОВСКАЯ Анна Владимировна** – к.м.н., доцент ВАК, зав. кафедрой ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», Мед. институт (167001, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55), [kozlovskaya3@yandex.ru](mailto:kozlovskaya3@yandex.ru);  
**ГАЛИН Андрей Павлович** – к.м.н., доцент ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», Мед. институт, зам. гл. врача по экспертной работе ГУ «Коми республиканский онкологический диспансер» (167904, Сыктывкар, пгт Краснозатонский, Нювчимское ш., 46).