

УДК 575.1/2:612.017.1+575.1/2:591.51+612.68+616.83/.85:616.89

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/16>

**БИОИНФОРМАТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕРИАТРИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ
МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ
К АКТИВНОМУ ЗДОРОВОМУ ДОЛГОЛЕТИЮ**

- ©**Пятин В. Ф.**, ORCID: 0000-0001-8777-3097, Scopus Author ID: 6507227084, SPIN-код: 3058-9038, д-р мед. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, Pyatin_vf@list.ru
- ©**Колсанов А. В.**, ORCID 0000-0002-4144-7090, Scopus 56072676100, д-р мед. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, info@samsmu.ru
- ©**Романчук Н. П.**, ORCID: 0000-0003-3522-6803, SPIN-код: 2469-9414, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, Romanchuknp@mail.ru
- ©**Романов Д. В.**, SPIN-код: 2764-9214, канд. мед. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, romanovdit@mail.ru
- ©**Давыдкин И. Л.**, д-р мед. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, info@samsmu.ru
- ©**Волобуев А. Н.**, ORCID: 0000-0001-8624-6981, д-р техн. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, volobuev47@yandex.ru
- ©**Сиротко И. И.**, ORCID: 0000-0002-8884-7016, д-р мед. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, domis@mail.ru
- ©**Булгакова С. В.**, ORCID: 0000-0003-0027-1786, SPIN-код: 9908-6292, д-р мед. наук, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия, osteoporosis63@gmail.com

**BIOINFORMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: GERONTOLOGICAL
AND GERIATRIC COMPONENTS MEDICAL AND SOCIAL SUPPORT
FOR ACTIVE HEALTHY LONGEVITY**

- ©**Pyatin V.**, ORCID: 0000-0001-8777-3097, Scopus: 6507227084, SPIN-code: 3058-9038, Dr. habil., Samara State Medical University, Samara, Russia, Pyatin_vf@list.ru
- ©**Kolsanov A.**, ORCID 0000-0002-4144-7090, Scopus 56072676100, Dr. habil., Samara State Medical University, Samara, Russia, info@samsmu.ru
- ©**Romanchuk N.**, ORCID: 0000-0003-3522-6803, SPIN-code: 2469-9414, Samara State Medical University, Samara, Russia, Romanchuknp@mail.ru
- ©**Romanov D.**, SPIN-code: 2764-9214, Ph.D., Samara State Medical University, Samara, Russia romanovdit@mail.ru
- ©**Davydkin I.**, Dr. habil., Samara State Medical University, Samara, Russia, info@samsmu.ru
- ©**Volobuev A.**, ORCID: 0000-0001-8624-6981, Dr. habil., Samara State Medical University, Samara, Russia, volobuev47@yandex.ru
- ©**Sirotko I.**, ORCID: 0000-0002-8884-7016, Dr. habil., Samara State Medical University, Samara, Russia, domis@mail.ru
- ©**Bulgakova S.**, ORCID: 0000-0003-0027-1786, SPIN-code: 9908-6292, Dr. habil., Samara State Medical University, Samara, Russia, osteoporosis63@gmail.com

Аннотация. Конструкция «когнитивного резерва» представляет собой набор переменных, включая интеллект, образование и умственную стимуляцию, которая



предположительно позволяет мозгу адаптироваться к основным патологиям, поддерживая когнитивную функцию, несмотря на лежащие в основе нейронные изменения. Мозг *Homo sapiens* также указывает на устойчивость к нейропатологическим повреждениям и может быть определен как способность оптимизировать или максимизировать производительность за счет эффективного набора нейронных сетей и/или альтернативных когнитивных стратегий. Познание в детском возрасте, уровень образования и занятия для взрослых — все это независимо друг от друга способствует формированию когнитивного резерва. Внедрение биокомпьютерных наноплатформ и модулей, состоящие из небольших молекул, полимеров, нуклеиновых кислот или белков/пептидов, наноплатформы запрограммированы на обнаружение и обработку внешних стимулов, таких как магнитные поля или свет, или внутренних стимулов, таких как нуклеиновые кислоты, ферменты или pH, с помощью трех различных механизмов: сборка системы, разборка системы или преобразование системы. Современные биокомпьютерные наноплатформы неопределимы для множества применений, включая медицинскую диагностику, биомедицинскую визуализацию, мониторинг окружающей среды и доставку терапевтических препаратов к целевым клеточным популяциям. Будущая реализация парадигм системной биологии и системной нейрофизиологии, основанных на комплексном анализе больших и глубоких гетерогенных источников данных, будет иметь решающее значение для достижения более глубокого понимания патофизиологии болезни Альцгеймера, с использованием современных технологий интерфейс «мозг-компьютер» и «искусственный интеллект», для того чтобы увеличить информацию которую можно извлечь от доклинических и клинических показателей. Интеграция различных источников информации позволит исследователям получить новую целостную картину патофизиологического процесса заболевания, которая будет охватывать от молекулярных изменений до когнитивных проявлений. Новые компетенции психонейроиммуноэндокринология и психонейроиммунология играют стратегическую роль в междисциплинарной науке и межведомственном планировании и принятии решений. Внедрения многовекторных нейротехнологий искусственного интеллекта и принципов цифрового здравоохранения, будут способствовать развитию современного нейробыта и нейромаркетинга. Медико-социальное сопровождение к активному здоровому долголетию возможно при синхронизации информационных систем медицинских организаций и социальных учреждений, внедрения единого нейрофизиологического контура и современных нейроинтерфейсов, комбинированного и гибридного кластера в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств. Ключевым фактором в медико-социальном сопровождении — является участие междисциплинарных деловых сотрудников и специалистов по обработке данных (их сопровождению, мониторингу), а также наличие достаточной грамотности персонала в управлении данными.

Abstract. The “cognitive reserve” construct is a set of variables, including intelligence, education, and mental stimulation, that presumably allows the brain to adapt to underlying pathologies, supporting cognitive function despite underlying neural changes. Brain *Homo Sapiens* also points to resistance to neuropathological damage and can be defined as the ability to optimize or maximize performance through an effective set of neural networks and/or alternative cognitive strategies. Learning in childhood, the level of education and activities for adults — all this independently contributes to the formation of a cognitive reserve. The introduction of biocomputer nanoplatforms and modules consisting of small molecules, polymers, nucleic acids or

proteins/peptides, nanoplatfoms are programmed to detect and process external stimuli, such as magnetic fields or light, or internal stimuli, such as nucleic acids, enzymes or pH, using three different mechanisms: system assembly, system disassembly or system transformation. Current biocomputer nanoplatfoms are invaluable for many applications, including medical diagnostics, biomedical imaging, environmental monitoring, and delivery of therapeutic drugs to target cell populations. The future implementation of systems biology and systems neurophysiology paradigms based on complex analysis of large and deep heterogeneous data sources will be crucial to achieve a deeper understanding of the pathophysiology of Alzheimer’s disease, using current brain-computer and artificial intelligence interface technologies, in order to increase information that can be extracted from preclinical and clinical indicators. Integration of different sources of information will allow researchers to obtain a new holistic picture of the pathophysiological process of the disease, which will cover from molecular changes to cognitive manifestations. The new competencies of psychoneuroimmunoendocrinology and psychoneuroimmunology play a strategic role in interdisciplinary science and interdisciplinary planning and decision-making. The introduction of multi-vector neurotechnologies of artificial intelligence and the principles of digital health care will contribute to the development of modern neuroscience and neuromarketing. Medical and social support for active healthy longevity is possible when synchronizing information systems of medical organizations and social institutions, introducing a single neurophysiological circuit and modern neurointerfaces, a combined and hybrid cluster in the diagnosis, treatment, prevention and rehabilitation of cognitive disorders and cognitive disorders. A key factor in medical and social support is the participation of interdisciplinary business employees and data processing specialists (their support, monitoring), as well as the availability of sufficient staff literacy in data management.

Ключевые слова: биоинформатика, искусственный интеллект, мелатонин, нейросети, нейроэндокринология, хрономедицина.

Keywords: bioinformatics, artificial intelligence, melatonin, neural networks, neuroendocrinology, chronomedicine.

Введение

В ближайшие десятилетия, главной проблемой социума — будет медицинская, социальная, экономическая доступность человека к качественной жизнедеятельности в период “to the creative person *Homo sapiens*”: современным интерфейс-технологиям «мозг-компьютер», гибричному искусственному интеллекту, “the virtual brain”, “virtual reality”, “virtual paranormal brain phenomena”, так как гомеостатическая синаптическая нейропластичность головного мозга участвует в нейрореабилитации во все возрастные периоды жизнедеятельности [1].

Авторские разработки Н. П. Романчук позволяют управлять острым и хроническим стрессом, снижают аллостатическую перегрузку, повышают нейропластичность мозга, включают гибридные и комбинированные инструменты и методики нейрореабилитации и психонейроиммунореабилитации. Для восстановления циркадианной нейропластичности мозга предлагается мультимодальная схема: циркадианные очки, функциональное питание и физическая активность. Разработан и внедрен комбинированный и гибридный кластер в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств [2].

Благотворное влияние на циркадианную синхронизацию, качества сна, настроение и когнитивные показатели зависят от времени, интенсивности и спектрального состава светового воздействия. Мультидисциплинарное и мультимодальное взаимодействие в триаде «мозг-глаза-сосуды» позволяет выявить ранние биомаркеры как общего ускоренного и патологического старения, так и своевременно диагностировать нейродегенерацию, и провести эффективную нейрореабилитацию когнитивных нарушений. Контроль и лечение сосудистых факторов риска и эндокринных нарушений позволяет снизить распространенность длительной нетрудоспособности населения [3].

Биоэлектромагнетизм света и нейронные сети мозга, циркадные нарушения сна-бодрствования и хроническое циркадианное рассогласование, часто наблюдаемые при психиатрических и нейродегенеративных заболеваниях, могут быть эффективными в нейрореабилитации когнитивных нарушений и профилактике депрессии [4].

Три самых мощных современных водителя ритма для человека, первый — это свет. Второй по мощности водитель ритма – питание. Третий, эпигенетический, в т. ч. социальные факторы, прежде всего, это - социальный статус и самоактуализация личности [5].

Исследование [6], «Ранняя диагностика когнитивных нарушений» посвящено актуальной задаче современной медицины — раннему распознаванию когнитивных нарушений. Рассматриваются подходы к диагностике, обсуждаются вопросы патогенеза и систематики когнитивных нарушений, психометрические и патопсихологические методики оценки когнитивных расстройств, подходы к комплексному психофармакологическому лечению и профилактике когнитивных расстройств. Результаты ориентируют врача на использование мультидисциплинарного подхода к пониманию проблемы нейродегенераций и формированию научно-обоснованных алгоритмов ведения таких пациентов [6].

Наличие инновационных технологий, таких как секвенирование следующего поколения и коррелированные инструменты биоинформатики, позволяют глубже исследовать перекрестные нейросетевые взаимосвязи между микробиотой и иммунными реакциями человека. Иммунный гомеостаз — это баланс между иммунологической толерантностью и воспалительными иммунными реакциями — это является ключевой особенностью в исходе здоровья или болезни. Здоровая микробиота — это качественное и количественное соотношение разнообразных микробов отдельных органов и систем, поддерживающее биохимическое, метаболическое и иммунное равновесие макроорганизма, необходимое для сохранения здоровья человека [7].

Новые взаимодействия, наряду с другими генетическими и экологическими факторами, приводят к определенному составу и богатству микробиоты, которые могут разнообразить индивидуальный ответ на прививки. Вариации в микробных сообществах могут объяснить географическую эффективность вакцинации [7].

Дорожная карта биомедицинских технологий здорового долголетия

Биологические компьютеры, или биокомпьютеры, представляют собой будущее вычислительной техники и биологии. Биокомпьютеры — это компьютеры, состоящие из белков, генов и клеток и способные выполнять математические операции. Например, бактерии могут быть модифицированы, превращаясь в биокомпьютеры, способные обнаруживать и лечить определенные воспалительные заболевания, включая заболевания кишечника. Поскольку ученые посвящают время и усилия исследованиям в новой области биокомпьютинга, эти новые технологии произведут революцию в медицинской области: в будущем биокомпьютинг может быть использован для идентификации и лечения различных

заболеваний.

Современные достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) направлены на возможность ИИ приблизиться к человеческому интеллекту. Технология ИИ всегда демонстрировала постепенное увеличение своих возможностей и сложности (прогресс в технологии глубоких нейронных сетей). Действительно, ИИ всегда был связан с вопросом понимания человеческой природы — он проникает в нашу жизнь, изменяя окружающую среду. Создание гораздо более мощных машин, достаточно гибких, чтобы походить на человеческое поведение. Существуют две области исследований: искусственный социальный интеллект и общий искусственный интеллект [8].

Биокомпьютерные наноплатформы предназначены для обнаружения и интеграции одиночных или множественных входов в соответствии с определенными алгоритмами, такими как логические элементы, и генерирования функционально полезных выходов, таких как доставка терапевтических препаратов или высвобождение оптически обнаруживаемых сигналов. Используя чувствительные модули, состоящие из небольших молекул, полимеров, нуклеиновых кислот или белков/пептидов, наноплатформы запрограммированы на обнаружение и обработку внешних стимулов, таких как магнитные поля или свет, или внутренних стимулов, таких как нуклеиновые кислоты, ферменты или pH, с помощью трех различных механизмов: сборка системы, разборка системы или преобразование системы. Все более сложный набор биокомпьютерных наноплатформ может оказаться неопределимым для множества применений, включая медицинскую диагностику, биомедицинскую визуализацию, мониторинг окружающей среды и доставку терапевтических препаратов целевым клеточным популяциям [9].

Современные реализации клеточных вычислений основаны на метафоре «генетической схемы». Биокомпьютеры могут предложить более высокую производительность по сравнению с традиционными компьютерами используя биоплатформу «клеточного превосходства». Живые системы могут предложить то, что мы называем клеточным превосходством, так как клеточные вычисления сильно отличается от субстрата кремниевых компьютеров, предлагая возможности для реализации некоторых моделей с более узким семантическим разрывом. Практические соображения, подобные этим, могут служить руководством для будущих применений клеточных вычислений.

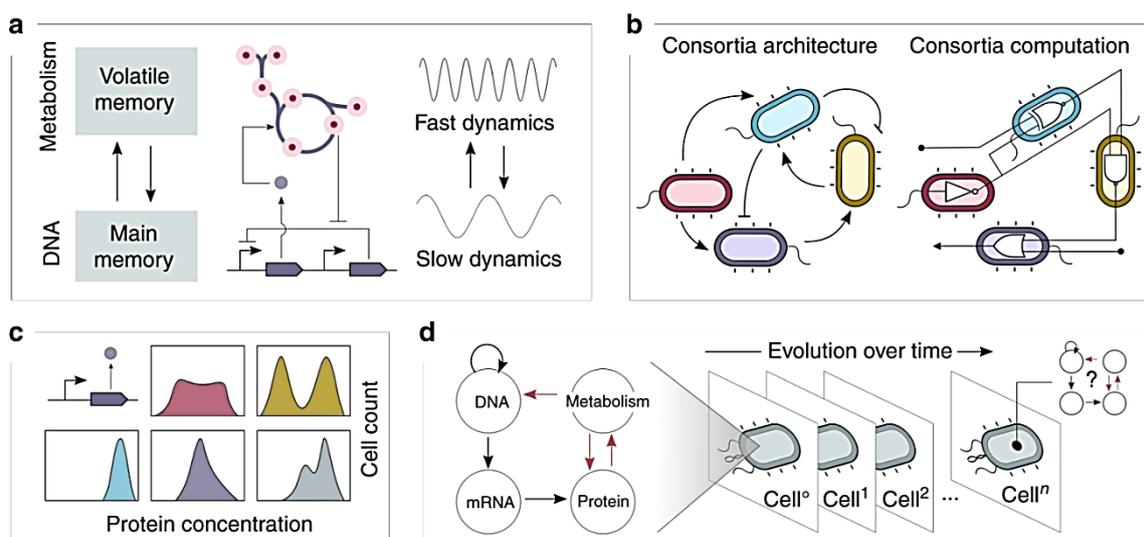


Рисунок 1. Основы клеточной обработки информации, выходящие за рамки комбинаторных логических схем [10].

Клеточная обработка информации:

а) цельноклеточные вычисления, объединяющие генетические и метаболические схемы, могли бы достичь более амбициозных целей, чем только генетические схемы. Клетки развили сложные сети, которые одновременно используют различные особенности как генетических, так и метаболических процессов. С точки зрения хранения информации, метаболизм представляет собой летучую память, в то время как последовательности ДНК способны хранить информацию более стабильным образом. Координация использования различных типов памяти является фундаментальным аспектом сложных компьютерных архитектур. Динамическая разница также является потенциальным источником сложности, если она связана; метаболические реакции протекают в более быстром масштабе времени по сравнению с генетическими регуляторными сетями.

б) многоклеточные вычисления (справа) в настоящее время реализуются путем подключения выхода одного штамма к входу другого. Социальные взаимодействия между клетками (слева), такие как сотрудничество, мутуализм, конкуренция или комменсализм, вообще не рассматриваются. Однако социальные взаимодействия фундаментальны в естественных сообществах — они обеспечивают стабильные архитектуры, выполняющие необходимые вычисления.

в) экспрессии генов присущ живым системам; на панельном рисунке показаны различные паттерны экспрессии генов. Несмотря на то, что все они описываются как включенные, существуют различные типы выражения — таким образом, различные стандарты включения/выключения.

г) ячейка как универсальная машина. В качестве основы для модели вычислений, центральная догма молекулярной биологии может быть расширена, чтобы включить метаболизм. Эволюционные процессы также могут быть включены в качестве основных сил, направляющих обработку информации в клетках, поскольку они позволяют цели клеточных вычислений адаптироваться с течением времени.

Между химией и электроникой несомненно существуют глубокие физические связи но факт остается фактом: клеточная среда представляет собой радикально иную вычислительную подложку, чем кремний. Хотя это различие может сделать ячейки непригодными для вычислительных задач, традиционно выполняемых обычными компьютерами, оно также может предоставить возможности для изучения более нетрадиционных моделей вычислений. Помимо геной регуляции, которая была полезна для разработки биологических логических схем, в естественных системах существует ряд процессов и особенностей, которые могут предложить вычислительные возможности. Здесь мы выделяем четыре таких ресурса как перспективные с точки зрения их возможностей обработки информации (Рисунок 1) [10].

Обычные кремниевые компьютеры являются фундаментальными реализациями детерминированной, централизованной и цифровой модели вычислений, и они превосходят вычислительные задачи, которые легко описываются такими моделями. В отличие от этого, клеточные вычисления были оптимизированы на протяжении миллиардов лет эволюции для выполнения очень разных вычислительных задач, и мы вряд ли найдем клеточное превосходство в таких приложениях, как дискретная математика, отправка электронной почты или чтение документов. Однако компьютерная наука разработала модели, в которых природа вычислений сильно отличается от природы машины [10].

Качественные различия между клеточными и обычными вычислениями предполагают,

что такие приложения, как терраформирование и интеллектуальное производство материалов, могут оставаться вне досягаемости кремниевых компьютеров, но, напротив, стратегии для обоих приложений, основанные на живых технологиях, уже были предложены. Принимая идею клеточного превосходства, мы, естественно, признаем богатство и мощь живых систем. А уступив определенную степень контроля биологии, мы все же можем открыть гораздо более широкий спектр применений и перспектив обработки информации в природе [10].

Искусственная стимуляция нервной системы для передачи информации

Теория информации обеспечивает количественную основу для анализа этих процессов и применяется для изучения естественных генетических, ферментативных и нейронных сетей. Последние достижения в области синтетической биологии предоставляют нам множество искусственных систем S-R, давая нам количественный контроль над сетями с конечным числом хорошо охарактеризованных компонентов. Сочетание этих двух подходов может помочь предсказать, как максимизировать надежность сигнализации, и позволит нам создавать все более сложные биологические компьютеры. В конечном счете расширение границ синтетической биологии потребует выхода за рамки проектирования потока информации и создания более сложных схем, интерпретирующих биологический смысл [11].

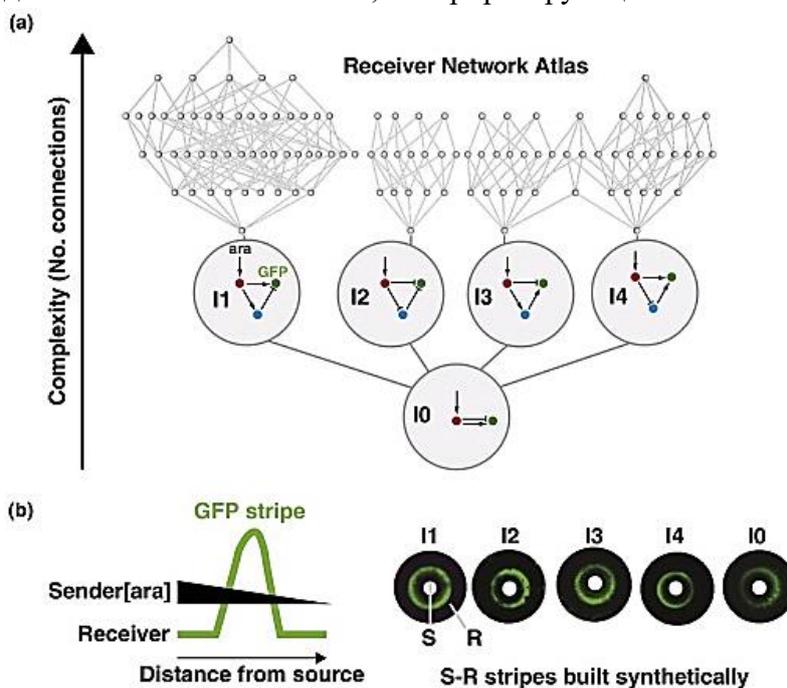


Рисунок 2. Систематический подход «сетевого атласа» находит все 3-узловые приемные сети, которые реагируют на градиент морфогена отправителя, создавая центральную полосу [11].

Границы синтетических S-R систем становятся все более разнообразными с появлением новейших систем, сочетающих межклеточную коммуникацию и легированное образование амилоидных волокон. Коммуникационные системы соединяются с самосборными электропроводящими наносистемами, что приводит к конвергенции биологии, электроники и вычислений (Рисунок 2) [11].

Синтетическая биология строит системы, чтобы понять их. Синтетические S-R системы не являются исключением, потенциально давая представление о таких разнообразных процессах, как пространственно-временные паттерны, клеточные вычисления с помощью

сигналов и неврологические вычисления. Более того, применение теории информации ставит биологическую коммуникацию на количественную основу, обеспечивая объективное понимание того, как клеточные системы обрабатывают сигналы. Такой анализ может изменить наши представления о функционировании реальных биологических систем, таких как нейроны в головном мозге [11].

Выходя за рамки количественной оценки информации, остаются ключевые качественные вопросы о том, как «смысл» передается вместе с информацией. Синтетическая биология может спроектировать надежную передачу информации, но как такие системы будут кодировать или обрабатывать значения более высокого порядка, такие как разница между «я должен» и «я хочу»? Очевидно, что теория информации играет определенную роль в расширении наших инженерных возможностей, нам также необходимо разработать функциональную философию смысла [11].

Геронтологические и гериатрические компоненты медико-социального сопровождения к активному здоровому долголетию

Краеугольный камень самооценки *H. sapiens* для самоактуализации и самореализации личности — это, самооткрытие, саморазвитие, самообладание, самореализация. Нейропластичность — это внутреннее свойство и перепрограммирование мозга на протяжении всей его жизнедеятельности. Комбинированные и гибридные методы нейровизуализации в содружестве с технологиями искусственного интеллекта, позволяют понять и диагностировать неврологические расстройства и найти новые методы нейрореабилитации и медико-социального сопровождения, которые приведут к улучшению психического здоровья [3].

Головной мозг содержит 10^{12} (миллион миллионов) клеток и нейрон получает информацию от сотен или тысяч других клеток и в свою очередь передает информацию сотням или тысячам нейронов. Общее число соединений в мозгу, составлять приблизительно 10^{14} – 10^{15} .

Мозг *H. sapiens* и окружающий мир: первичное событие состоит в фокусировке света на сетчатке каждого глаза. Сетчатка содержит 125 миллионов рецепторов, называемых палочками и колбочками; это нервные клетки, специализированные таким образом, чтобы генерировать электрические сигналы при попадании на них света. Задача остальной части сетчатки и самого мозга — использовать эти сигналы, чтобы извлечь биологически полезную информацию. Результатом будет зрительная сцена в том виде, как мы ее воспринимаем, со всей сложностью форм, глубины, движения, цвета и текстуры. Мы хотим узнать, каким образом мозг решает эту сложнейшую задачу.

Глаз, коленчатое тело и кора, например, формируются независимо друг от друга; по мере их созревания растущие из них аксоны должны делать выбор из множества альтернатив. Волокно зрительного нерва должно прорасти через сетчатку к слепому пятну, затем пройти в составе зрительного нерва к хиазме и принять здесь решение о том, следует ли переходить на противоположную сторону; затем оно должно проследовать к наружному коленчатому телу выбранной стороны, подойти к нужному слою (или к области, которая позднее превратится в нужный слой), а затем в точности к нужной части этого слоя так, что полученная в результате топография станет надлежащим образом упорядоченной; и наконец, оно должно разветвиться, причем веточки должны подойти к надлежащим частям клетки коленчатого тела — к ее телу или к дендриту.

H. sapiens brain получает более 75% всей информации об окружающем мире с помощью

зрения. Он обеспечивает восприятие света, его цветовой гаммы и ощущение пространства. Благодаря тому что орган зрения является парным и подвижным, зрительные образы воспринимаются объемно, т. е. не только по площади, но и по глубине. Свет, попадая на сетчатку, инициирует каскад химических и электрических событий, которые в конечном итоге вызывают нервные импульсы, которые направляются в различные зрительные центры головного мозга через волокна зрительного нерва. Нервные сигналы от палочек и колбочек подвергаются обработке другими нейронами, выход которых принимает форму потенциалов действия в ганглиозных клетках сетчатки, аксоны которых образуют зрительный нерв, посредством зрительного восприятия до ретинального кодирования и обработки характеристик света. Взаимосвязь между тканью головного мозга и тканью глаза является областью интенсивного интереса для офтальмологов, неврологов и гериатров. Мозг играет решающую роль в восприятии визуальной информации, которую собирает глаз *H. sapiens*, для формирования ее в аналитическую картину. Исследования показывают, что болезни и состояния головного мозга могут также влиять на глаза, потому что зрительный нерв и сетчатка на самом деле являются мозговой тканью, которая простирается за пределы головного мозга. Болезнь Альцгеймера и деменция, которые вызваны повреждением клеток головного мозга, оказывают влияние на сетчатку.

Исследования, проведенные за последние несколько десятилетий, показали, что в нашем организме развился набор механизмов, называемых циркадными часами, которые внутренне управляют ритмами почти в каждой клетке. На деятельность циркадных часов влияют различные сигналы в клетках. Нарушение нормальных суточных циркадных ритмов связано с большей подверженностью расстройствам настроения, таким как тяжелая депрессия и биполярное расстройство в течение всей жизни. Эти нарушения внутренних часов организма, характеризующиеся повышенной активностью в периоды отдыха и / или бездействия в течение дня, а также связаны с нестабильностью настроения, более субъективным одиночеством, более низким уровнем счастья и удовлетворенности здоровьем, а также ухудшением когнитивных функций [3].

Циркадианный стресс вызывает нарушение сна и нейропсихиатрические расстройства с предполагаемой высокой распространенностью циркадной дисрегуляции.

В исследованиях [4], циркадианные нарушения сна-бодрствования и хроническое циркадное рассогласование, часто наблюдаемые при психиатрических и нейродегенеративных заболеваниях, могут быть эффективными в нейрореабилитации когнитивных нарушений. Биоэлектромагнетизм света и нейронные сети мозга — это, адаптация и оптимизация условий внешнего и внутреннего освещения (тип, характер, длительность) для улучшения работы когнитивного мозга. Мозг *H. sapiens* работает в 24-часовой биоэлектромагнитной среде. Свет является самым сильным синхронизирующим сигналом для циркадной системы, и поэтому сохраняет большинство биологических и психологических ритмов внутренне синхронизированными, что важно для оптимальной работы мозга *H. sapiens*.

Благотворное влияние на циркадианную синхронизацию, качества сна, настроение и когнитивные показатели зависят от времени, интенсивности и спектрального состава светового воздействия. Мультидисциплинарное и мультимодальное взаимодействие в триаде «мозг-глаза-сосуды» позволяет выявить ранние биомаркеры как общего ускоренного и патологического старения, так и своевременно диагностировать нейродегенерацию, и провести эффективную нейрореабилитацию когнитивных нарушений. Контроль и лечение сосудистых факторов риска и эндокринных нарушений позволяет снизить

распространенность длительной нетрудоспособности населения [5].

В зрительной системе человека можно выделить следующие уровни обработки сигналов. На периферии находится сетчатка. В ходе развития нервной системы сетчатка закладывается на самых ранних этапах развития (так называемые «глазные пузыри»). Поэтому есть все основания считать сетчатку «частью мозга, вынесенного на периферию». Следующий уровень обработки зрительной информации находится в таламусе — это наружное коленчатое тело. Аксоны нейронов наружного коленчатого тела проецируются в кору затылочного полюса больших полушарий (поля 17, 18, 19). Высший этап обработки зрительных сигналов происходит в ассоциативных полях коры больших полушарий.

Зрительный анализатор — аналогово-цифровой преобразователь головного мозга. Преобразование информации в сетчатке глаза осуществляется как самим фоторецептором, так и разветвленной сетью нейронов. Кодирование аналогового сигнала на выходе из фоторецептора в цифровой код, является, по-видимому, одной из основных функций нейронной сети сетчатки. Нейроны сетчатки выполняют строго определенные функции: сравнение аналоговых сигналов, генерация тактовой частоты, цифро-аналоговое преобразование, счет импульсов. В тоже время горизонтальные нейроны сетчатки осуществляют и другие важные функции, например, контрастирование зрительного образа. Горизонтальные нейроны вовлечены в работу аналого-цифрового преобразователя сетчатки глаза.

В исследованиях Н. П. Романчук, В. Ф. Пятина показано как проводится комбинированное лечебно-профилактическое воздействие, направленное на повышение уровня циркулирования мелатонина в крови организма человека [12]. При этом в 18-00 ч в течение 15 мин проводят занятие на тренажере Power Plate в течение 15 мин в 18-00 ч. Тренинг проводят в режиме: частота колебания виброплатформы — 30 Гц, длительность одного упражнения 30 с, амплитуда смещения платформы 2 мм, сила тяжести 1,83 G, импульсное ускорение 18,00 м/с². Затем в 18 часов 30 мин употребляют продукт питания «Самарский здоровяк» от 60 г/сут до 90 г/сут, который назначают по составу в зависимости от заболевания человека. С 19-00 ч до 20-00 ч носят очки, выполненные с функцией излучения светового потока в области линз с длиной волны от 480±5 нм до 490±10 нм. Лечебно-профилактические сеансы проводят один раз в день с 18-00 ч до 20-00 ч. Длительность курса 1 месяц, 3 раза в год в осенний, зимний и весенний периоды. Способ позволяет более эффективно нормализовать циркадианные ритмы человека, что достигается за счет комплексного воздействия на гуморальные и гормональные циркадианные колебания человека, функциональными продуктами питания, физической нагрузкой и регулированием светового дня. Уменьшение амплитуды и периода продолжительности циркадианных ритмов, увеличение вариабельности колебаний физиологических процессов в течение одного суточного цикла способствуют дестабилизации ежедневных ритмичных колебаний. Нарушение циркадианных ритмов приводит к изменению суточного профиля физической активности, нарушению ночного сна, повышенной дневной сонливости и изменению других физиологических функций.

Внедрение результатов исследования Н. П. Романчук, позволяет восстановить функционирование циркадианной системы человека, нормализовать уровень и концентрацию мелатонина в организме [2], осуществлять регуляцию процессов сна и бодрствования, управлять нейропластичностью, проводить профилактику когнитивных нарушений, активировать собственные циркадианные ритмы и их синхронизацию с окружающей средой, через использование мультимодальной схемы повышения циркадианного уровня гормона

мелатонина в крови человека: циркадианные очки, функциональное питание и физическая активность.

Рассмотрены способы [13] сохранения эффективной нейропластичности, с помощью использования принципов своевременной профилактики хронической ишемии головного мозга человека, влияния циркадианной биофизики и хрономедицины, применения новых аспектов метаболомики и сбалансированного функционального питания, с целью клинического применения комбинированных активных методов повышения качества функционирования головного мозга человека. Современная многоуровневая и полифункциональная информационная и электромагнитная «перегрузка» приводит к перестройке нейронной сети. Эта перестройка не должна искажать результатов предыдущего воздействия (возбуждения, обучения и т. д.), т. е. не должна затрагивать образованных нейрональных компартов вторичных нейронных сетей.

Каждая геометрическая фигура содержит набор факторов, влияющих на многомерное явление старения. Число сторон каждой геометрической фигуры соответствует числу факторов, содержащихся в ней, например, шестиугольник содержит 6 основных факторов познания. Двухнаправленные стрелки указывают на влияние факторов друг на друга и на явление старения [14].

Старение человеческого мозга — это сложное, многомерное явление. Для правильного решения не только медицинских, но и социальных, психологических и правовых вопросов, связанных с этим явлением, необходимо знать и учитывать многочисленные аспекты здорового, ускоренного и патологического старения (Рисунок 3). В ближайшие десятилетия необходимо будет найти решения по управлению прогрессирующим старением населения с тем, чтобы увеличить число лиц, достигающих успешного здорового старения [14].

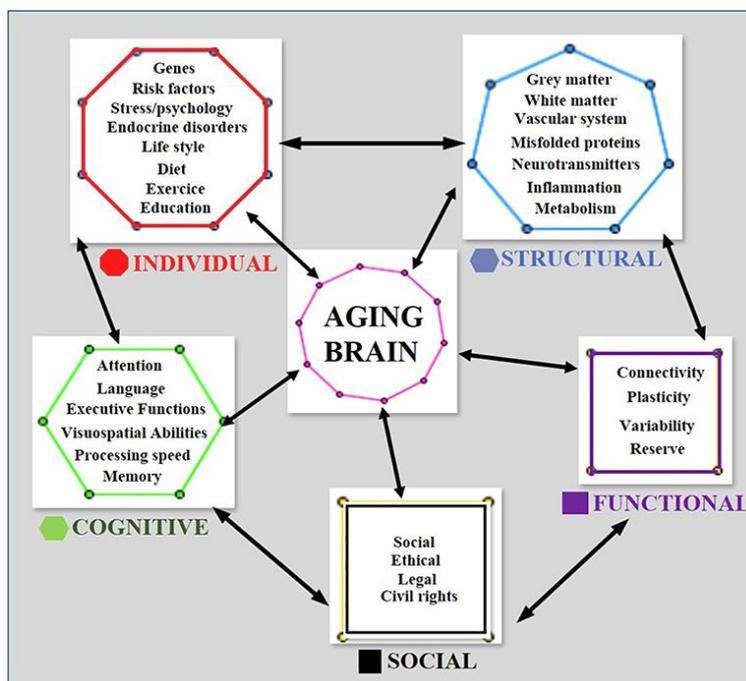


Рисунок 3. Многомерная геометрическая модель когнитивного старения головного мозга [14].

Будущая реализация парадигм системной биологии и системной нейрофизиологии, основанных на комплексном анализе больших и глубоких гетерогенных источников данных, будет иметь решающее значение для достижения более глубокого понимания

патофизиологии болезни Альцгеймера, с использованием современных технологий интерфейс «мозг-компьютер» и «искусственный интеллект», для того чтобы увеличить информацию которую можно извлечь от доклинических и клинических показателей. Интеграция различных источников информации позволит исследователям получить новую целостную картину патофизиологического процесса заболевания, которая будет охватывать от молекулярных изменений до когнитивных проявлений [15–16].

Разработан и тиражирован в медицинские организации и социальные учреждения алгоритм ранней диагностики когнитивных нарушений, который позволяет своевременно диагностировать когнитивные расстройства, установить степень тяжести, провести дифференциальную диагностику нейродегенерации (Рисунок 4) [1].



Рисунок 4. Комбинированный и гибридный кластер в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств.

Функциональные и топографические биомаркеры могут также использоваться для определения адекватной цели. В частности, они могут быть полезны в обнаружении специфических областей мозга для потенциальных испытаний направленной нейромодуляции, обеспечивая тем самым полную информацию о региональной атрофии, нарушении связи, метаболических изменениях и региональном снижении мозгового кровотока. Перспективно, как клиническое обследование, так и полная психометрическая оценка по-прежнему остаются первым подходом в определении патологических фенотипов, поддерживающих весь диагностический кластер.

Например, на сегодняшний день идентификация гиппокампоподобного амнестического нарушения поддерживает клинический диагноз болезни Альцгеймера. Примечательно, что в контексте системной биологии и системной нейрофизиологии, основанной на интерпретации фенотипа нейродегенерации, клинические маркеры должны рассматриваться как «дескрипторы» самого высокого уровня заболевания и представлять собой конечные меры

для выявления эффективных методов лечения.

Таким образом, будущая реализация парадигм системной биологии и системной нейрофизиологии, основанных на комплексном анализе больших и глубоких гетерогенных источников данных, будет иметь решающее значение для достижения более глубокого понимания патофизиологии болезни Альцгеймера, с использованием современных технологий интерфейс «мозг-компьютер» и «искусственный интеллект», для того чтобы увеличить информацию которую можно извлечь от доклинических и клинических показателей. Интеграция различных источников информации позволит исследователям получить новую целостную картину патофизиологического процесса заболевания, которая будет охватывать от молекулярных изменений до когнитивных проявлений.

В дополнение нейропсихологическим тестам, комбинированным и гибридным технологиям нейровизуализации, сочетанному использованию современных технологий интерфейс «мозг-компьютер» и «искусственный интеллект» позволит более качественному исследованию молекулярных и клеточных событий, которые управляют развитием болезни Альцгеймера, прежде чем проявятся когнитивные симптомы.

Современная рациональная фармакотерапия нейродегенераций позволяет соблюдать баланс эффективности и безопасности в клинической гериатрии, который особенно важен у категории пациентов с невровакулярной дегенерацией, в том числе при наличии у них тяжелых форм сосудистой коморбидности, требующей многокомпонентной терапии, при условии активного мультидисциплинарного и межведомственного воздействия.

Деменция по своему происхождению является смешанной и крайне сложно вычленить ее первично-дегенеративный или сосудистый компонент. Дифференцированный подход, определяется гетерогенностью патологического процесса, общим для которых является взаимосвязь поражения мозговых сосудов с развитием симптомов поражения головного мозга. Проблема нозологической самостоятельности болезни Альцгеймера является предметом дискуссий для пациентов старших возрастных групп (особенно, у лиц 65 лет и старше). Генез мнестико-интеллектуальных расстройств обусловлен не столько первично-дегенеративными, сколько сосудистыми изменениями, особенно на уровне микроциркуляторного русла.

Современная проблема нейродегенерации имеет нейрофизиологическую, биофизическую, геронтологическую, гериатрическую и стратегическую практическую направленность, поскольку констатация причины заболевания обуславливает выбор адекватного лечения.

Инновационные методы П4-медицины управления нейропластичностью позволяют провести своевременную профилактику факторов, снижающих нейропластичность, сохранить факторы положительного влияния на висцеральный и когнитивный мозг, а главное – своевременно применить в практическом здравоохранении комбинированные методы сохранения и развития когнитивного мозга человека, в различные возрастные периоды.

Так, в возрастном периоде от 35 до 59 лет, к диспансерным лечебно-профилактическим мероприятиям легких когнитивных нарушений, целесообразно включить клинический психоанализ, психотерапию и когнитивные тренинги.

В возрастном периоде от 60 до 69 лет, на базе диспансерных лечебно-профилактических мероприятий легких и умеренных когнитивных нарушений, целесообразно создать платформу «взаимодействия» мультимодальной, междисциплинарной и межвузовской терапии нейродегенеративных заболеваний.

В возрастном периоде от 70 лет и старше, к диспансерным лечебно-профилактическим

мероприятиям умеренных и тяжелых когнитивных нарушений (расстройств), целесообразно создать «территорию заботы» мультимодальной, междисциплинарной, межвузовской и межведомственной терапии нейродегенеративных заболеваний (сосудистой деменции и болезни Альцгеймера) — системы долговременного ухода, с участием семьи и всех институтов общества.

Структурные элементы, которые управляют пластичностью, включают синаптическую эффективность и ремоделирование, синаптогенез, расширение нейрита, включая аксональное прорастание и дендритное ремоделирование, нейрогенез и рекрутирование из нейронных клеток-предшественников. Феноменологическими процессами, проявляющими пластичность, являются: синапс, нейрит, тела нейрональных клеток, антероградный и ретроградный транспорт, клеточные взаимодействия (нейрон-глиа), нейронные сети и родственные им виды деятельности. Они включают интраназальную, интернейронную и межклеточную сигнализацию через глию и включают молекулы внеклеточного матрикса, иммуноглобулины, миелин-ассоциированные ингибиторы, рецепторы тирозинкиназы, нейротрофические и факторы роста, воспалительные цитокины и нейромедиаторы. Эти процессы регулируются клеточно-автономными и межклеточными программами, которые опосредуют реакции нейрональных клеток на воздействие окружающей среды. Генерируя энергию и регулируя субклеточный Ca^{2+} и окислительно-восстановительный гомеостаз, митохондрии могут играть важную роль в контроле фундаментальных процессов пластичности, включая нейрональное и синаптическое дифференцирование, отросток нейрита, отпуск нейротрансммиттера, и дендритный remodeling.

Нейропластичность можно определить как способность нервной системы реагировать на внутренние и внешние раздражители путем реорганизации своей структуры, функций и связей. Это одновременно субстрат обучения и памяти, а также медиатор реакций на нервное истощение и повреждение (компенсаторная пластичность). Этот непрерывный процесс в ответ на нейрональную активность и повреждение включает модуляцию структурных и функциональных процессов дендритов, аксонов и синапсов.

Физиологическое старение мозга характеризуется потерей синапсов и нейродегенерацией, которые медленно приводят к возрастному снижению познавательной способности. Нейронно-синаптическая избыточность и пластическое ремоделирование мозговых сетей, в том числе за счет умственной и физической подготовки, способствует поддержанию мозговой активности у здоровых пожилых людей для повседневной жизни и хорошего социального поведения и интеллектуальных возможностей.

Однако возраст является главным фактором риска наиболее распространенных нейродегенеративных нарушений, влияющих на когнитивные функции, таких как болезнь Альцгеймера. Электромагнитная активность головного мозга является особенностью функционирования нейронной сети в различных областях головного мозга.

Комбинированный и гибридный кластер в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств (Рисунок 5), включает в себя [1]:

–Искусственный интеллект — инструмент объемной оценки жизни пациента, семейного анамнеза, физикального обследования, батареи нейропсихологических тестов, лабораторных показателей (биомаркеров), биофизических показателей (биомаркеров) сосудистого старения сердечно-сосудистой системы, нейрофизиологических исследований, нейровизуализации, секвенирования нового поколения и др.

–Генетику (геномные исследования, секвенирование РНК и ДНК нового поколения) и

эпигенетику (эпигеном и старение, фенотипические исследования и др.).

–Нейропсихологическое тестирование (МОСА, MMSE, Mini-Cog, FAB, TMT, GDS и др.).

–Комбинируемую и гибридную нейровизуализацию с секвенированием нового поколения.

–Метаболомику, метагеномику, микробиоту - сбалансированное, функциональное и безопасное питание.

–Искусственный интеллект и искусственные нейронные сети.

–Биочипирование, нейронные и мозговые чипы.

–Комбинируемую и гибридную реабилитацию.

–Персонафицированное управление биовозрастом.

–Медико-социальное и экономическое сопровождение при болезни Альцгеймера с помощью бытовых роботов и медицинских биороботов.

–Человека: с его информационной «перегрузкой» (интернет, сотовая связь, и др.) и электромагнитной совместимостью: природа, быт, циркадианные гаджеты и «экогаджеты».

–Врач и нейрофизиолог: современное решение проблемы реабилитации «когнитивного мозга» *H. sapiens* с применением с одной стороны, инструментов и технологий *искусственного интеллекта*, а с другой — мультидисциплинарное взаимодействие нейрофизиолога с клиническим «универсальным» специалистом в области неврологии, психиатрии, психотерапии, психоанализа и гериатрии.

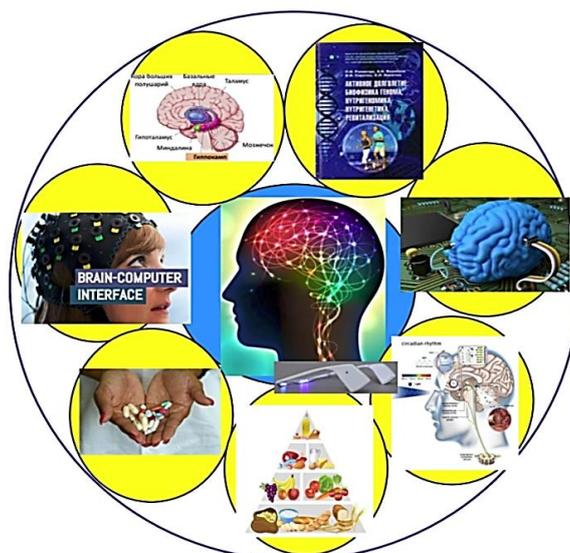


Рисунок 5. Нейрореабилитация когнитивных нарушений и когнитивных расстройств [1].

Мозг *H. sapiens* — это следующий серебряный и золотой рубеж для нейрореабилитации и П4-здравоохранения в долгосрочной перспективе «порядковых» медико-экономических инвестиций. За краткосрочные «ошибки» кардиологов и онкологов, придется долгосрочно «расплачиваться» клиническим гериатрам. Благодаря слиянию комбинированных и гибридных методов нейровизуализации с технологиями искусственного интеллекта, появилась возможность понять и диагностировать неврологические и гериатрические расстройства (нарушения) и найти новые методы реабилитации и экономические программы медико-социального сопровождения, которые приведут к улучшению психического здоровья и, позволят многим из нас жить с достоинством в золотые годы нашей жизни (Рисунок 6).

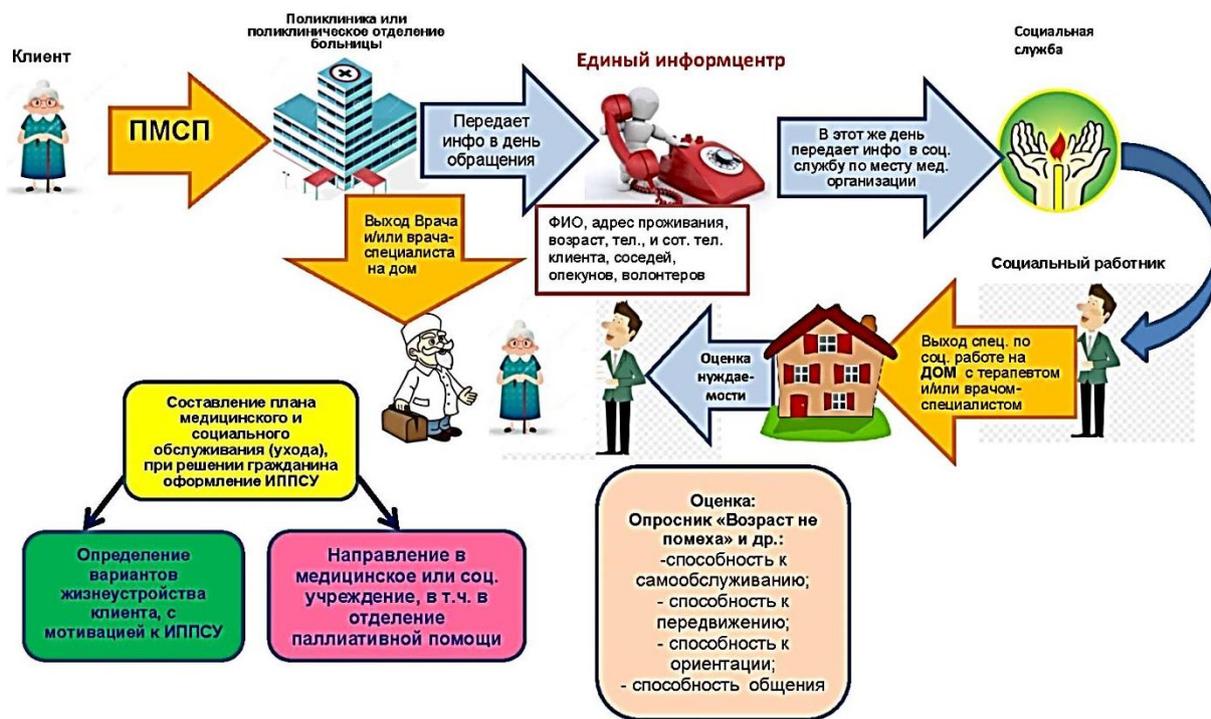


Рисунок 6. Взаимодействие гериатрической службы медицинских организаций с социальными службами.

Нейродегенеративные и возраст — ассоциированные хронические заболевания, при которых имеют место такие патофизиологические проявления как нестабильность генома и эпигенома, окислительный стресс, хроническое воспаление, укорочение теломер, утрата протеостаза, митохондриальные дисфункции, клеточное старение, истощение стволовых клеток и нарушение межклеточной коммуникации преимущественно инициируются несбалансированным питанием и дисбалансом симбиотической кишечной микробиоты.

Суммарный геном нормальной микробиоты содержит в 100 раз больше генов, чем геном человека. В микробных сообществах, относящихся к нормальной микрофлоре человека, эволюционно сформировались межклеточные сети, представляющие систему трофических и энергетических взаимосвязей внутри кишечного микробиоценоза. Учитывая, что 90% энергии для клеток пищеварительного тракта производится кишечными бактериями и именно микроорганизмы являются ключевым звеном, стартерами возникновения, а затем эволюции и эпигенетики биологической жизни, включая человека, на нашей планете — необходимо соответствующее управление биоэнергией.

Молекулярными, клеточными и средовыми основами здоровья и долголетия являются метагеном и эпигеном человека, а полноценность их реализации в конкретных условиях жизнедеятельности *H. sapiens* — являются многомасштабные методы моделирования и прогнозирования.

Иммунная система человека и микробиота совместно эволюционируют, и их сбалансированное системное взаимодействие происходит в течение всей жизни. Эта тесная ассоциация и общий состав, и богатство микробиоты играют важную роль в модуляции иммунитета хозяина и могут влиять на иммунный ответ при вакцинации.

Факторы образа жизни и воздействия окружающей среды оставляют эпигенетические следы на нашей ДНК, которые влияют на экспрессию генов, некоторые из них оказывают защитное действие, а другие — вредное. Генетические и эпигенетические факторы обеспечивающие долголетие и сверхдолголетие, требуют от человека разумного нового

взаимодействия с природой и обществом, и ответственности за будущие здоровые поколения. В исследованиях П. И. Романчук (2020) показано, что увеличение средней продолжительности жизни человека и нейроэндокринные изменения при физиологическом и патологическом старении, с одной стороны, эпигенетические факторы и электромагнитная информационная нагрузка/перегрузка, с другой стороны, внесли существенный вклад в циркадианную природу нейросетевого взаимодействия головного мозга человека с искусственным интеллектом [17].

Новая ЭПИГЕНЕТИКА *Homo sapiens* управляет взаимодействием эпигенетических механизмов старения и долголетия с биологией, биофизикой, физиологией и факторами окружающей среды в регуляции транскрипции. Старение — это структурно-функциональная перестройка (перепрограммирование) и постепенное снижение физиологических функций организма, которые приводят к возрастной потере профессиональной пригодности, болезням, и к смерти. Понимание причин здорового старения составляет одно из самых проблемных междисциплинарных направлений [17–18].

Продолжительность жизни человека в значительной степени определяется эпигенетически. Эпигенетическая информация — обратима, наши исследования дают возможность терапевтического вмешательства при здоровом старении, и связанных с возрастом заболеваниях [17].

Разработки П. И. Романчук (2020) позволяют управлять острым и хроническим стрессом, снижают аллостатическую перегрузку, повышают нейропластичность мозга, включают гибридные и комбинированные инструменты и методики нейрореабилитации и психонейроиммунореабилитации [17–18]. В исследовании установлены основные современные инструменты и методики эпигенетической защиты здорового старения и долголетия человека разумного [18].

Механизм памяти головного мозга представляет собой сеть циклических нейронных цепей (ЦНЦ), охватывающую весь мозг. Команда на активацию отдельных ЦНЦ исходит из гиппокампов, где содержатся адреса всех ЦНЦ [19]. Для выключения из активированного состояния гиппокамп дает соответствующую команду в ЦНЦ. Это приводит к выбросу ГАМК в синаптическую щель и подавлению активности ЦНЦ. При дефиците ГАМК в головном мозге многие ЦНЦ выключаются из механизма памяти, что вызывает когнитивную дисфункцию, часто проявляющуюся в виде симптомов болезни Альцгеймера и сенильной деменции альцгеймеровского типа [19].

Формирование у человека в указанные периоды интеллектуальных способностей сопряжено с максимальной скоростью образования синаптических связей между нейронами головного мозга, что требует большого объема различной информации. При недостаточном ее потоке ребенок испытывает «информационный голод», вызывающий у него состояние дискомфорта [20].

Однако очень важны стохастические связи. Они возникают в виде случайных контактов различных ЦНЦ часто находящихся далеко друг от друга. Обычно эти контакты бессмысленны, но иногда они могут привести к какому-либо озарению, открытию. По-видимому, в этом суть того, что человек называет интуицией особенно в творческой деятельности. Именно стохастические связи ЦНЦ обеспечивают научно-технический прогресс человечества, что предопределяет их особую важность [21].

Медико-социальное сопровождение к активному здоровому долголетию базируется на синхронизации информационных систем медицинских организаций и социальных учреждений, внедрения единого нейрофизиологического контура и современных

нейроинтерфейсов, комбинированного и гибридного кластера в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации возраст-ассоциированных заболеваний (Рисунок 7).

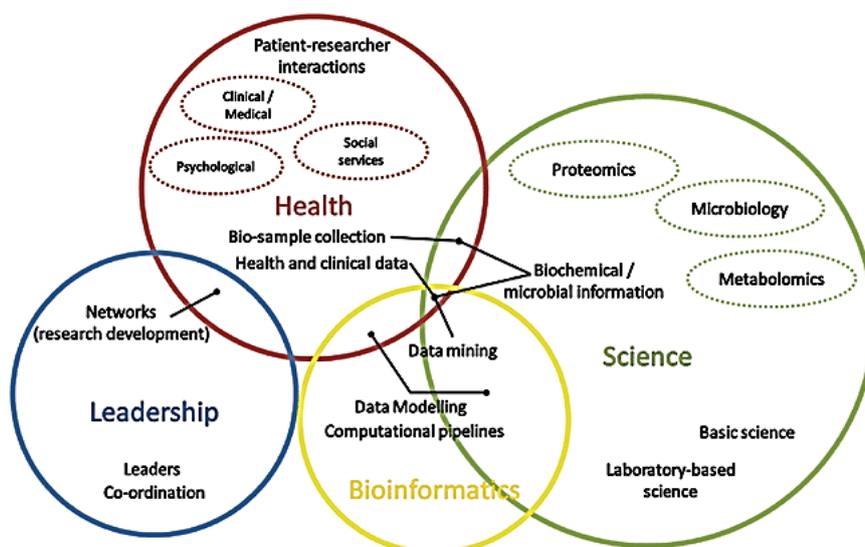


Рисунок 7. Медико-социальное сопровождение к активному здоровому долголетию.

Выводы

Внедрение новых компетенций психонейроиммуноэндокринология и психонейроиммунология играют стратегическую роль в междисциплинарной науке и межведомственном планировании и принятии решений. Внедрения многовекторных нейротехнологий искусственного интеллекта и принципов цифрового здравоохранения, будут способствовать развитию современного нейробыта и нейромаркетинга.

Медико-социальное сопровождение к активному здоровому долголетию возможно при синхронизации информационных систем медицинских организаций и социальных учреждений, внедрения единого нейрофизиологического контура и современных нейроинтерфейсов, комбинированного и гибридного кластера в диагностике, лечении, профилактике и реабилитации когнитивных нарушений и когнитивных расстройств.

Биоинформатика и нейротехнологии искусственного интеллекта позволяют управлять массивными объемами мультидисциплинарной и межведомственной информации, для долгосрочной поддержки (сопровождения) и реализации новых возможностей человека во всех сферах деятельности, при условии полного и адекватного анализа происходящих процессов всех участников медико-социального сопровождения.

Искусственный интеллект постепенно становится ключевой технологией для организаций социального обеспечения и медицинских организаций, поскольку он позволяет повысить административную эффективность за счет автоматизации процессов, а также помогать персоналу в решении задач, требующих человеческих решений.

Ключевым фактором в медико-социальном сопровождении является участие междисциплинарных деловых сотрудников и специалистов по обработке данных (их сопровождению, мониторингу), а также наличие достаточной грамотности персонала в управлении данными.

Список литературы:

1. Романчук Н. П., Романчук П. И. Нейрофизиология и нейрореабилитация когнитивных нарушений и расстройств // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №11. С.

176-196. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/19>

2. Романчук Н. П., Пятин В. Ф. Мелатонин: нейрофизиологические и нейроэндокринные аспекты // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №7. С. 71-85. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/08>

3. Романчук Н. П., Пятин В. Ф., Волобуев А. Н., Булгакова С. В., Тренева Е. В., Романов Д. В. Мозг, депрессия, эпигенетика: новые данные // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №5. 163-183. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/54/21>

4. Пятин В. Ф., Романчук Н. П., Романчук П. И., Волобуев А. Н., Мозг, глаза, свет: биоэлектромагнетизм света и нейрореабилитация когнитивных нарушений // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №12. С. 129-155. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/14>

5. Пятин В. Ф., Романчук Н. П., Булгакова С. В., Романов Д. В., Сиротко И. И., Давыдкин И. Л., Волобуев А. Н. Циркадианный стресс Homo sapiens: новые нейрофизиологические, нейроэндокринные и психонейроиммунные механизмы // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №6. С. 115-135. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/55/16>

6. Романов Д. В., Романчук Н. П. Ранняя диагностика когнитивных нарушений. Самара. 2014. 34 с.

7. Романчук Н. П. Здоровая микробиота и натуральное функциональное питание: гуморальный и клеточный иммунитет // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №9, С. 127-166. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/58/14>

8. Ringel Raveh A., Tamir B. From Homo Sapiens to Robo Sapiens: The Evolution of Intelligence // Information. 2019. V. 10. №1. P. 2. <https://doi.org/10.3390/info10010002>

9. Evans A. C., Thadani N. N., Suh J. Biocomputing nanoplatforms as therapeutics and diagnostics // Journal of Controlled Release. 2016. V. 240. P. 387-393. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.01.045>

10. Grozinger L., Amos M., Gorochowski T. E., Carbonell P., Oyarzún D. A., Stoof R., ... Goñi-Moreno A. Pathways to cellular supremacy in biocomputing // Nature communications. 2019. T. 10. №1. P. 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13232-z>

11. Menendez D. B., Senthivel V. R., Isalan M. Sender–receiver systems and applying information theory for quantitative synthetic biology // Current opinion in biotechnology. 2015. V. 31. P. 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.08.005>

12. Пятин В. Ф., Романчук Н. П., Романчук П. И., и др. Способ нормализации циркадианных ритмов человека. Патент РФ на изобретение 2533965.

13. Романчук Н. П., Пятин В. Ф., Волобуев А. Н. Нейропластичность: современные методы управления // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18. №9. С. 92-94.

14. Tigano V., Cascini G. L., Sanchez-Castañeda C., Péran P., Sabatini U. Neuroimaging and Neurolaw: Drawing the Future of Aging // Frontiers in endocrinology. 2019. V. 10. P. 217. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00217>

15. Булгакова С. В., Романчук П. И., Романчук Н. П., Пятин В. Ф., Романов Д. В., Волобуев А. Н. Болезнь Альцгеймера и искусственный интеллект: долговременная персонафицированная реабилитация и медико-социальное сопровождение. Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №11. С. 136-175. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/18>

16. Булгакова С. В., Романчук П. И., Волобуев А. Н. Нейросети: нейроэндокринология и болезнь Альцгеймера // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №6. С. 112-128. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/16>

17. Романчук П. И., Волобуев А. Н. Современные инструменты и методики эпигенетической защиты здорового старения и долголетия Homo sapiens // Бюллетень науки и

практики. 2020. Т. 6. №1. С. 43-70. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/06>

18. Романчук П. И. Возраст и микробиота: эпигенетическая и диетическая защита, эндотелиальная и сосудистая реабилитация, новая управляемая здоровая биомикробиота // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №2. С. 67-110. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/51/07>

19. Волобуев А. Н., Пятин В. Ф., Романчук Н. П., Булгакова С. В., Давыдкин И. Л. Когнитивная дисфункция при перевозбуждении структур головного мозга // Врач. 2018. Т.29. №9. С.17-20. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-09-04>

20. Волобуев А. Н., Давыдкин И. Л., Пятин В. Ф., Романчук Н. П. Проблема «Информационного голода» в пери- и постперинатальном периоде // Врач. 2018. Т. 29. №8. С. 35-36. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-08-08>

21. Волобуев А. Н., Романчук П. И., Романчук Н. П., Давыдкин И. Л., Булгакова С. В. Нарушение памяти при болезни Альцгеймера // Врач. 2019. Т. 30. №6. С. 10-13. <https://doi.org/10.29296/25877305-2019-06-02>

References

1. Romanchuk, N., & Romanchuk, P. (2019). Neurophysiology and Neurorehabilitation of Cognitive Impairment and Disorders. *Bulletin of Science and Practice*, 5(11), 176-196. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/19>

2. Romanchuk, N., & Pyatin, V. (2019). Melatonin: Neurophysiological and Neuroendocrine Aspects. *Bulletin of Science and Practice*, 5(7), 71-85. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/08>

3. Romanchuk, N., Pyatin, V., Volobuev, A., Bulgakova, S., Treneva, E., & Romanov, D. (2020). Brain, Depression, Epigenetics: New Data. *Bulletin of Science and Practice*, 6(5), 163-183. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/54/21>

4. Pyatin, V., Romanchuk, N., Romanchuk, P., & Volobuev, A. (2019). Brain, Eyes, Light: Biological Electrical Magnetism of Light and Neurorehabilitation of Cognitive Impairment. *Bulletin of Science and Practice*, 5(12), 129-155. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/14>

5. Pyatin, V., Romanchuk, N., Bulgakova, S., Romanov, D., Sirotko, I., Davydkin, I., & Volobuev, A. (2020). Circadian Stress of Homo sapiens: New Neurophysiological, Neuroendocrine and Psychoneuroimmune Mechanisms. *Bulletin of Science and Practice*, 6(6), 115-135. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/55/16>

6. Romanov, D. V., & Romanchuk, N. P. (2014). Rannyaya diagnostika kognitivnykh narushenii. Samara. (in Russian).

7. Romanchuk, N. (2020). Healthy Microbiota and Natural Functional Nutrition: Humoral and Cellular Immunity. *Bulletin of Science and Practice*, 6(9), 127-166. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/58/14>

8. Ringel Raveh, A., & Tamir, B. (2019). From Homo Sapiens to Robo Sapiens: The Evolution of Intelligence. *Information*, 10(1), 2. <https://doi.org/10.3390/info10010002>

9. Evans, A. C., Thadani, N. N., & Suh, J. (2016). Biocomputing nanoplatforms as therapeutics and diagnostics. *Journal of Controlled Release*, 240, 387-393. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.01.045>

10. Grozinger, L., Amos, M., Gorochofski, T. E., Carbonell, P., Oyarzún, D. A., Stoof, R., ... & Goñi-Moreno, A. (2019). Pathways to cellular supremacy in biocomputing. *Nature communications*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13232-z>

11. Menendez, D. B., Senthivel, V. R., & Isalan, M. (2015). Sender–receiver systems and

applying information theory for quantitative synthetic biology. *Current opinion in biotechnology*, 31, 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.08.005>

12. Pyatin, V. F., Romanchuk, N. P., & Romanchuk, P. I., Sposob normalizatsii tsirkadiannykh ritmov cheloveka. Patent RF na izobretenie 2533965. (in Russian).

13. Romanchuk, N. P., Pyatin, V. F., & Volobuev, A. N. (2016). Neuroplasticity: Modern Methods of Management. *Health and Education Millennium*, 18(9), 92-94. (in Russian).

14. Tigano, V., Cascini, G. L., Sanchez-Castañeda, C., Péran, P., & Sabatini, U. (2019). Neuroimaging and Neurolaw: Drawing the Future of Aging. *Frontiers in endocrinology*, 10, 217. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00217>

15. Bulgakova, S., Romanchuk, P., Romanchuk, N., Pyatin, V., Romanov, D., & Volobuev, A. (2019). Alzheimer's Disease and Artificial Intelligence: Long-term Personalized Rehabilitation and Medical and Social Support. *Bulletin of Science and Practice*, 5(11), 136-175. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/18>

16. Bulgakova, S., Romanchuk, P., & Volobuev, A. (2019). Neural Networks: Neuroendocrinology and Alzheimer's Disease. *Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 112-128. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/16>

17. Romanchuk, P., & Volobuev, A. (2019). Modern Tools and Methods of Epigenetic Protection of Healthy Aging and Longevity of the Homo sapiens. *Bulletin of Science and Practice*, 6(1), 43-70. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/06> (in Russian).

18. Romanchuk, P. (2020). Age and Microbiota: Epigenetic and Dietary Protection, Endothelial and Vascular Rehabilitation, the New Operated Healthy Biomicrobiota. *Bulletin of Science and Practice*, 6(2), 67-110. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/51/07> (in Russian).

19. Volobuev, A. N., Pyatin, V. F., Romanchuk, N. P., Bulgakova, S. V., & Davydkin, I. L. (2018). Cognitive dysfunction in the over-stimulation of the brain structures. *Vrach*, 29(9), 17-20. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-09-04>

20. Volobuev, A. N., Davydkin, I. L., Pyatin, V. F., & Romanchuk, N. P. (2018). The problem of "Information hunger" in peri-and postperinatal period. *Vrach*, (8), 35-36. (in Russian). <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-08-08>

21. Volobuev, A. N., Romanchuk, P. I., Romanchuk, N. P., Davydkin, I. L., & Bulgakova, S. V. (2019). Memory impairment in Alzheimer's disease. *Vrach*, (6) 10-13. <https://doi.org/10.29296/25877305-2019-06-02>

Работа поступила
в редакцию 14.11.2020 г.

Принята к публикации
19.11.2020 г.

Ссылка для цитирования:

Пятин В. Ф., Колсанов А. В., Романчук Н. П., Романов Д. В., Давыдкин И. Л., Волобуев А. Н., Сиротко И. И., Булгакова С. В. Биоинформатика и искусственный интеллект: геронтологические и гериатрические компоненты медико-социального сопровождения к активному здоровому долголетию // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №12. С. 155-175. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/16>

Cite as (APA):

Pyatin, V., Kolsanov, A., Romanchuk, N., Romanov, D., Davydkin, I., Volobuev, A., Sirotko, I., & Bulgakova, S. (2020). Bioinformatics and Artificial Intelligence: Gerontological and Geriatric Components Medical and Social Support for Active Healthy Longevity. *Bulletin of Science and Practice*, 6(12), 155-175. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/16>