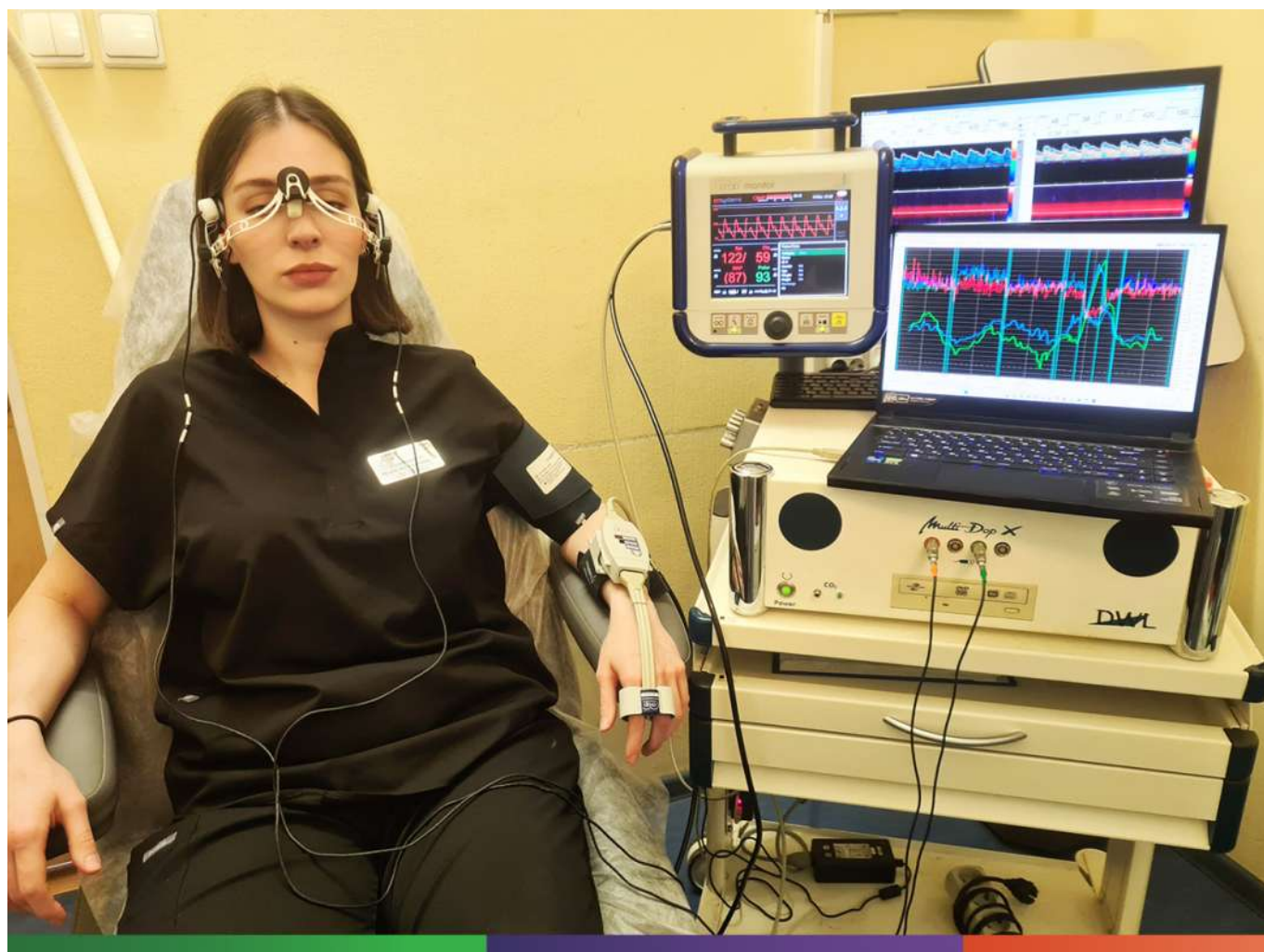


## Российские ученые создали первый в России комплекс для мгновенной оценки «автопилота» мозга



Ученые из Национального медицинского исследовательского центра имени В. А. Алмазова и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого представили уникальный программно-аппаратный комплекс, способный в режиме реального времени оценивать состояние церебральной ауторегуляции — ключевого механизма защиты мозга от перепадов артериального давления. Разработка, не имеющая прямых аналогов в мире, позволит врачам в отделениях реанимации и нейрохирургии мгновенно получать критически важные данные о кровоснабжении мозга и своевременно корректировать лечение, что может спасти жизни пациентов с инсультами, черепно-мозговыми травмами и другими тяжелыми патологиями. Результаты работы представлены в международном научном журнале [Sensors](#).

Церебральная ауторегуляция (ЦА) — это механизм, который поддерживает стабильный кровоток в сосудах головного мозга, несмотря на снижение или повышение артериального давления человека. Этот «автопилот» может дать сбой — например, после инсульта или тяжелой черепно-мозговой травмы. Существующие в настоящее время методы неинвазивной

оценки ЦА предполагают постобработку данных, что требует существенных временных затрат — от двух до трех часов на сбор, преобразование и анализ информации. Трансформация терапевтических подходов требует получения данных о состоянии ЦА в режиме реального времени, непосредственно во время исследования. Это позволяет регистрировать показатели ЦА в динамике, что особенно ценно при проведении функциональных проб и мониторинга состояния пациентов.

Для решения задачи неинвазивной оценки ЦА в режиме реального времени группа ученых из Российского научно-исследовательского нейрохирургического института имени проф. А. Л. Поленова филиала Национального медицинского исследовательского центра имени В. А. Алмазова и Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого, состоящих из программистов проф. Г. Ф. Малыхиной и доцента В. Ю. Сальникова, математика профессора В. И. Антонова, инженера Б. Б. Говорова и врачей Г. К. Панунцева, А. А. Никифоровой и А. А. Весниной под руководством патофизиолога Заслуженного деятеля науки РФ лауреата Государственной премии РФ по науке и технике профессора В. Б. Семенютина **впервые в России разработала программно-аппаратный комплекс (ПАК) мирового уровня.**

«В условиях интенсивной терапии применение ПАК для оперативной оценки состояния ЦА у пациентов с тяжелыми поражениями головного мозга позволяет значительно ускорить процесс принятия решений врачами. Это крайне важно для своевременной корректировки церебрального перфузионного давления, что является приоритетной задачей в эффективной терапии отека мозга, вторичной ишемии и рецидивирующих кровоизлияний», — отметил заведующий научно-исследовательской лабораторией патологии мозгового кровообращения ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России профессор Владимир Семенютин.

Принцип работы основан на мониторинге очень медленных, спонтанных колебаний артериального давления и линейной скорости кровотока в средних мозговых артериях (их регистрируют с помощью неинвазивных методов — фотоплетизмографии и транскраниальной доплерографии). Ключевой показатель — **фазовый сдвиг** (разница в ритмах) между этими двумя «пульсами» в особом низкочастотном диапазоне, так называемых волнах Майера.

Главное ноу-хау ученых — специальные математические алгоритмы, которые анализируют эти сигналы не после, а прямо во время исследования. Комплекс использует два мощных метода обработки данных — **кратковременное преобразование Фурье и вейвлет-анализ** (непрерывное вейвлет-преобразование). Последний метод, по данным исследования, оказался более чувствительным и позволяет лучше «ловить» моменты, когда ауторегуляция включается или выключается, обеспечивая более высокое разрешение во времени и частоте. Вся обработка происходит настолько быстро, что результат отображается на экране практически мгновенно.

Эффективность и безопасность комплекса подтверждены клиническими испытаниями. На первом этапе его протестировали на 40 здоровых добровольцах. Им проводили

стандартные функциональные пробы — гиперкапнию (вдыхание воздуха с повышенным содержанием CO<sub>2</sub>) и гипокапнию (интенсивное дыхание). Эти пробы закономерно меняют тонус сосудов мозга, что и фиксировал комплекс, демонстрируя предсказуемые изменения фазового сдвига. Затем ПАК опробовали на 60 пациентах с различными нейрососудистыми патологиями: атеросклеротическим стенозом сонных артерий и церебральными артериовенозными мальформациями. У этих пациентов была выявлена асимметрия в показателях ЦА между полушариями мозга, а их реакция на функциональные пробы часто отличалась от нормы. Например, у пациента с артериовенозной мальформацией не наблюдалось нормальной реакции сосудов на углекислый газ. Все это доказывает, что комплекс способен не только фиксировать работу здоровой системы, но и четко выявлять ее нарушения при патологиях.

«Разработанный ПАК продемонстрировал высокую эффективность и информативность. Он может применяться как для диагностики состояния ЦА у пациентов в реальном времени, так и для изучения механизмов регуляции мозгового кровообращения у здоровых людей. Предложенные алгоритмы минимизируют риск методических погрешностей и позволяют значительно сократить время, необходимое для получения информации, что особенно важно для принятия неотложных решений», — отметила профессор Высшей школы компьютерных технологий и информационных систем Института компьютерных наук и кибербезопасности СПбПУ Галина Малахина.

Внедрение этого комплекса в клиническую практику открывает новый этап в прикроватном мониторинге пациентов в критическом состоянии. Сегодня в палатах интенсивной терапии в режиме реального времени отслеживают десятки показателей: давление, пульс, насыщение крови кислородом, внутричерепное давление. Однако ключевой параметр — адекватность кровоснабжения мозга — оставался «за кадром» из-за сложности его мгновенной оценки. Новый ПАК встраивается в эту систему, давая врачам патогенетически обоснованный инструмент для персонализированного управления церебральным перфузионным давлением. Это означает, что терапия — например, подбор препаратов для повышения или понижения давления — может основываться не на усредненных нормативах, а на точных данных о том, как в данный конкретный момент сосуды конкретного пациента защищают его мозг.

Ученые не останавливаются на достигнутом. Следующий этап — интеграция в комплекс методов искусственного интеллекта для углубленного анализа данных. Цель — не просто диагностировать текущее состояние, но и прогнозировать риски развития вторичных сосудистых осложнений у нейрохирургических пациентов. Использование искусственного интеллекта позволит не только выявлять функциональные отклонения на ранних стадиях, когда они ещё поддаются коррекции, но и более точно определять показания к хирургическому лечению.