

Учёные придумали, как повысить «живучесть» организмов и других систем

Универсальный математический метод, позволяющий предвидеть наступление кризиса в организме человека и других сложных адаптивных системах, разработали учёные СФУ в составе международного коллектива.



Авторы утверждают, что с помощью их подхода можно скорректировать негативные изменения и улучшить процесс адаптации в медицине, спорте, экологии, экономике, государственном управлении и других сферах. Отчёт о многолетней исследовательской работе опубликован в журнале [Physics of Life Reviews](#).

Стресс и адаптация — универсальные понятия, описывающие поведение сложных систем в изменяющемся мире. Понимание того, как система может успешно адаптироваться, по словам учёных СФУ, является важнейшим знанием и для ряда научных дисциплин, и для множества практических областей — от медицины и техники до финансов и государственного управления.

Группа исследователей из России и Великобритании под руководством Александра Горбаня усовершенствовала концепцию биологической адаптации, разработав универсальный метод корреляционной адаптометрии. Этот уникальный подход позволяет оценивать состояние и биологических, и социальных систем при адаптации к стрессовым факторам окружающей среды.

Как объяснили специалисты СФУ, при увеличении адаптационной нагрузки корреляция (то есть взаимозависимость) между параметрами системы возрастает, но при этом растёт и разброс в их значениях. Другими словами, различия между организмами нарастают, но при этом связи между их характеристиками становятся более однотипными.

«С этого парадоксального открытия и началось наше исследование 33 года назад, в течение которых мы скрупулезно проверяли нашу гипотезу на огромном объёме фактического материала со всего мира. Главное преимущество нашего метода — возможность точно рассчитать наступление предкризисного состояния системы и вовремя предотвратить или хотя бы смягчить отрицательные последствия»,
— объяснила соавтор работы, доктор физико-математических наук, профессор кафедры экономики и управления бизнес-процессами СФУ **Елена Смирнова**.



Как объяснили учёные, процессы стресса и адаптации к нему становятся намного более ясными и предсказуемыми, если анализировать не динамику изменений отдельных параметров системы, а совокупность всех связей между ними. Для разработки этого подхода исследовательская группа развила идею корреляционных графов.

Граф — математическое понятие, обозначающее совокупность объектов некоторого множества и их парных связей между собой. Вершины корреляционного графа в подходе специалистов СФУ обозначают различные характеристики организма, а связи между ними описывают их существенные

взаимозависимости.

Оказывается, при адаптационных изменениях эти связи ведут себя универсальным образом для совершенно различных наборов параметров — будь то характеристики биологического организма, организации, социальной или экологической общности.

«Человека можно охарактеризовать огромным количеством информации, упакованной в суперсеть. Такая методология обеспечивается корреляционными графами, которые детально рассмотрены в этой увлекательной и глубокой статье», — прокомментировал профессор Математического факультета Университетского колледжа Лондона **Алексей Заикин**.



Явление, анализ которого послужил основой для исследования специалистов СФУ, получило название «эффект группового стресса». Как объяснили учёные, им удалось сделать серьёзный шаг вперёд в анализе этого явления, построив также модели индивидуальной адаптации с опорой на идею адаптационной энергии.

«Адаптационная энергия, введённая в науку великим физиологом Селье, — обобщённый адаптационный ресурс, который тратится в процессе приспособления и борьбы со стрессом. Аналогично истинно физической термодинамике, в нашем подходе можно ввести понятия адаптационной энтропии и свободной энергии, описывающие эффекты тренированности», — рассказал руководитель работы, заведующий Центром искусственного интеллекта, анализа данных и моделирования Университета Лестера (Великобритания) **Александр Горбань**.



По его словам, новый подход помогает моделировать и своевременно предотвращать неблагоприятные последствия для человеческого организма в кардиологии, онкологии, психиатрии и других областях. В частности, с его помощью уже удалось объяснить эффект так называемой осциллирующей смерти.

Это явление зафиксировано, например, наблюдениями сотрудников Красноярского краевого клинического онкологического диспансера им. А. И. Крыжановского. По их данным, наибольшее число смертей у прооперированных пациентов приходилось на первый, третий, седьмой и десятый дни послеоперационного периода. По словам учёных, это объясняется тем, что максимальный пик адаптационной нагрузки пациенты переживали как раз накануне дней критической смертности.

Сходные эффекты наблюдались и после инфаркта миокарда, и в посттравматической смертности – в этих случаях основной пик гибели дополняется затухающими всплесками. Выздоровление после тяжёлой болезни также проходит периодические подъёмы и спады, описываемые корреляционными моделями нового типа, объяснили в СФУ.

Сибирь и Крайний Север дают обширный материал для изучения процессов адаптации. По словам учёных СФУ, на базе Института медицинских проблем Севера в 80-е годы XX века были накоплены огромные массивы наблюдений за состоянием людей, живших и работавших в полярных и приполярных областях. Их обработка позволила выявить новые универсальные закономерности.

Яркий пример, по словам исследователей СФУ, — данные норильской школы олимпийского резерва по плаванию. Дети, занимавшиеся плаванием профессионально, испытывали значительную нагрузку в связи со сложными условиями проживания. Высокая интенсивность тренировок делала их адаптационное напряжение чересчур высоким.

Мы посчитали вес корреляционного графа — сложили все достоверные коэффициенты корреляций – и пришли к выводу, что в условиях этого северного города детям лучше заниматься обычным любительским плаванием, чтобы не подрывать здоровье. Мы рекомендовали закрыть школу или, как минимум, изменить режим тренировок. Предсказанная нашим коллективом высокая вероятность адаптационного срыва, к сожалению, подтвердилась, — рассказала кандидат технических наук, доцент кафедры вычислительной техники СФУ **Людмила Покидышева**.



По словам исследователей СФУ, аналогичная статистическая закономерность также выявлена ими и в долгосрочных финансовых тенденциях, и в развитии социальных систем.

Предвидение критических изменений в социальных системах — большая проблема. Измерение „социального стресса“ и отслеживание его динамики является важным приоритетом в государственном управлении. В реальности, к сожалению, социальный стресс часто измеряется лишь постфактум, после разрушительных социальных потрясений, — отметила **Елена Смирнова**.

Проблема надёжного измерения социального стресса перед критическими событиями, например, глубокими реформами, пока не имеет научного решения. Развиваемый специалистами СФУ метод, по их мнению, позволит значительно продвинуться в решении этой задачи. Найденные ими принципы также помогают предвидеть начало экономических кризисов по корреляциям и разбросу финансовых временных рядов ещё до появления явных признаков неблагополучия, отметили учёные.

Работа учёных получила высокую оценку международного научного сообщества. Отзывы иностранных коллег можно прочесть [в оригинале статьи](#).

Первыми новостью поделились [РИА новости](#).

[Пресс-служба СФУ](#), 24 августа 2021 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/25142>