

## ПРОФИЛАКТИКА СТАРЕНИЯ КАК СИСТЕМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

(По материалам доклада на заседании Президиума РАН - 21.03.2006 г.)

В.Н. Крутько

*Институт системного анализа РАН,  
Национальный геронтологический центр*

### РЕЗЮМЕ

В настоящее время активно формируется новое направление фундаментальной и прикладной науки – «Профилактика старения», интенсивное развитие которого обещает существенно помочь в решении серьезнейших глобальных проблем современности, а именно:

– проблемы резкого постарения человеческой популяции, ведущего к быстрому увеличению в популяции доли лиц с существенно сниженными возможностями осуществления своих биологических и социальных функций и как результат – к снижению "КПД социума";

- проблемы радикального увеличения продолжительности активной жизни человека;

- проблемы преодоления демографического кризиса в России и многих других.

Суть этого нового направления науки заключается в рассмотрении нормального естественного старения как "сверхпатологии", как базовой причины главных хронических болезней и смерти человека. Поэтому для решения задачи радикального увеличения активной жизни, предполагающей выход за пределы видовой продолжительности жизни Homo-Sapiens, необходимо использовать принципиально новый класс медицинских технологий - технологий профилактики естественного старения. В работе рассматриваются фундаментальные основы профилактики старения, основные проблемы этой науки, структура технологий геропротекции, достигнутые результаты и перспективы развития.

### Постарение населения как глобальная проблема современности

Одной из наиболее значимых мировых проблем сегодняшнего дня является **Проблема резкого постарения человеческой популяции, суть которой, очень тяжелая**

для общества заключается в быстром увеличении в популяции доли лиц с существенно сниженными возможностями осуществления своих биологических и социальных функций. С этим связан ряд серьезных экономических, политических, демографических, социальных и др. проблем человечества [Материалы Второй Всемирной Ассамблея по старению, 2002].

Процесс постарения ложится тяжелым грузом как на экономику государств и социум в целом, так и лично на самих стареющих людей, на их семьи и близкое окружение. О масштабе этой проблемы говорят следующие оценки ООН и ведущих демографов. В 1975 году 5.3% людей на Земле имели возраст более 65 лет. В 2000 году доля лиц старше 65 лет в развитых странах составила уже 10-14% от всей популяции, а к 20-м годам XXI века эта величина удвоится (**Рис.1**). Наиболее быстро будет расти доля очень старых людей, имеющих возраст 80 и более лет. Число их в ближайшее десятилетие увеличится на 300%. Большие города в развитых странах превращаются в "дома пенсионеров" [ "The World Ageing Situation -3", United Nations, 2000] . Большая доля этих людей тяжело хронически больны, обездвижены, не могут самообслуживаться, требуют постоянной заботы и ухода. Эти процессы сопровождаются не только огромными финансовыми затратами, но и, что еще тяжелее для общества, ростом так называемого "Коэффициента демографической нагрузки" – отношения числа иждивенцев к числу работающих. На уход за тяжело больными отвлекается все большая доля работоспособного населения.

Человечество готовится к этой ситуации. Существует программа ООН по старению, где предусматривается ряд серьезных мер, однако, на наш взгляд, эта программа носит некоторый оттенок пассивности. Человечество как бы смиряется с неизбежностью роста этого тяжелого груза на общество, т.е. с ростом этой доли немощных людей, и далее выделяет существенные средства, чтобы как-то облегчить эту ситуацию – увеличить количество домов престарелых, подготовить больше сиделок и т.д., что, конечно же, крайне необходимо и вносит свой вклад в решение этой проблемы. Но есть и другая, **активная позиция Человечества**, которая, к сожалению, не нашла пока отражения в программе ООН. Необходимо сосредоточить усилия и средства на задаче снижения доли функционально неполноценных людей в обществе при той же возрастной структуре, путем относительного увеличения периода активного трудоспособного состояния каждого человека и соответственного укорочения периода сниженных возможностей, а также позаботится о том, чтобы степень снижения уровня жизненной активности пожилых была как можно меньше. По данным многих исследований

отечественных и зарубежных авторов, в том числе и наших собственных, это существенно уменьшит тяжесть проблемы глобального постарения.

**Забегая вперед следует заметить, что развиваемая нами новая область науки - Профилактика старения как раз и направлена на решение этой задачи – задачи управления процессами старения с целью увеличения периода активной, полноценной, трудоспособной жизни человека.**

Казалось бы, на первый взгляд, что процесс быстрого глобального постарения населения должен быть неразрывно связан со столь же быстрым и заметным увеличением продолжительности жизни. Да, действительно, продолжительность жизни растет, но здесь мы сталкиваемся с другой серьезнейшей проблемой, которую мы рассмотрим ниже.

### **Системный кризис здравоохранения и пути его преодоления**

Качество жизни определяется многими социально-экономическими и культурологическими характеристиками страны, но на одном из первых мест стоит уровень здоровья. Причем его роль особенная и несравнимая с другими компонентами качества жизни. Существует крылатое выражение: "Здоровье - это еще не Все, но без него Все является Ничем". Современный подход к количественной оценке качества жизни населения основан на вычислении индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП). В 1990 г. этот показатель был рекомендован ООН для определения уровня достижений в области развития человека и для определения рейтинга стран. Одним из трех главных компонентов ИРЧП является наиболее емкая интегральная характеристика здоровья человека - "**Ожидаемая продолжительность жизни**" (ОПЖ). Ему придается весьма большой вес. Существует достаточно глубоко обоснованная точка зрения, что показатель **ОПЖ** может быть использован в качестве генеральной цели и главного критерия развития России.

Естественно, в здравоохранение, особенно в развитых странах, где здоровье ценится наиболее высоко, вкладываются сотни миллиардов долларов и весь потенциал медицинской науки. Однако, несмотря на это, во второй половине 20-го века стал явно виден так называемый «**системный кризис здравоохранения**», особенно заметный в развитых странах, где, как это ни парадоксально, здравоохранению уделяется наибольшее внимание и огромные средства. **Суть кризиса заключается в неуклонном снижении темпов роста продолжительности жизни человека**, несмотря на возрастающие интеллектуальные и финансовые инвестиции в эту сферу (**Рис. 2**). Ярким примером последствий данного глобального и фундаментального явления может служить фиаско

Билла Клинтона, который, будучи президентом США, обещал своей нации достижение продолжительности жизни 78 лет к 2000 году, однако не смог этого добиться, несмотря на то, что для достижения этой цели в программу США «Здоровье нации 2000» были вложены многие миллиарды долларов.

Проведенный нами анализ фундаментальных причин данного кризиса показывает, что к концу второго тысячелетия, благодаря социально-экономическому развитию, в целом, и прогрессу здравоохранения, в частности, человек приблизился к своему биологическому пределу средней продолжительности жизни, равному **85 годам для женщин и 79 - для мужчин**. В настоящее время наблюдается асимптотическое приближение к данному пределу, вблизи которого традиционные для здравоохранения технологии воздействий на патогенные факторы окружающей среды, а также средства профилактики и лечения конкретных видов болезней вносят относительно малый вклад в решения задачи существенного прироста средней продолжительности жизни человека.

Для преодоления данного предела необходимо использовать новый класс медицинских технологий - **технологий профилактики естественного старения**. При этом "естественное старение" необходимо рассматривать не как данную богом неизменную норму, а как **сверхболезнь, как генеральный фактор риска основных хронических заболеваний и смерти человека**.

### **Профилактика старения как новое направление медицинской науки и практики**

По науковедческим законам действительно новое направление науки должно характеризоваться свои уникальным **Предметом, Методом и Понятием истины**.

Для Профилактики старения – это:

**Предмет** - совокупность процессов естественного (нормального) старения живого организма.

**Метод** - совокупность уникальных профилактических методик, технологий и средств сдерживания и обращения вспять процессов естественного старения (*геропротекторов, ревитализаторов*).

**Понятие истины** - совокупность эффектов сдерживания процессов естественного старения организма, устанавливаемых с помощью специального *доказательного базиса*, включающего в себя, в частности, экспериментальную оценку кривых дожития, и

специальные математические методы анализа и прогноза. Базовым понятием здесь является *биологический возраст*.

Базовыми определениями в данной области являются:

**Старение** – это снижение с возрастом упорядоченности структур организма и увеличение степени их износа, выражающееся в уменьшении жизнеспособности организма - в снижении функциональных возможностей и способностей к адаптации, а также в повышении вероятности заболеваний и смерти от различных причин.

**Биологический возраст** - это показатель уровня развития, изменения или износа структуры или функции элемента организма, функциональной системы или организма в целом, выраженный в единицах времени, путем соотнесения значений определяющих эти процессы биомаркеров старения с эталонными среднестатистическими зависимостями изменений этих биомаркеров от календарного возраста.

**Биомаркер старения** – это "биологическое событие" или величина биологической пробы, которая представляет собой оценку или прогноз одного или более процессов старения".

Теперь несколько слов о наших результатах в данной области.

### **Фундаментальная причина и механизмы старения**

Общая фундаментальная причина увеличения степени хаоса (повышения энтропии) в мире известна и определяется одним из фундаментальных законов природы - Вторым законом термодинамики, указывающим на неизбежность накопления хаоса в любой частично открытой ограниченной от внешней среды системе со временем. Поэтому можно считать, что известна и общая причина старения. Этой причиной является дискретность форм существования современных организмов на Земле - принципиальная ограниченность от внешней среды как форма существования. Общим глобальным направлением противодействия старению, исходя из его глобальной причины является повышение степени открытости системы - организма.

Общая причина старения проявляется конкретным образом в конкретных условиях, при этом количество конкретных механизмов старения определяется количеством различных форм строения и механизмов функционирования живых существ, т.е. практически бесконечно. Однако, в целом, мы можем выделить некоторые типичные механизмы - *главные общие типы старения*, к которым могут быть сведены частные механизмы старческих явлений [Донцов В.И., Крутько В.Н., Подколзин А.А., 2002].

а) "загрязнение" организма со временем как следствие принципиальной недостаточности открытости любых отграниченных от среды систем, даже если они самообновляются внутри себя;

б) принципиальная недостаточность сил отбора для сохранения только "нужных" структур в пределах данной системы, если информация для самосохранения имеется только внутри системы;

в) снижение количества любых необновляющихся структур в системе, - а для большинства сложных организмов всегда имеются необновляющиеся структуры на всех уровнях их организации;

г) нарушения регуляции, вызванные самыми различными причинами общего и частного характера, в том числе снижением давления эволюционного отбора с возрастом (после полового созревания) на факторы качества и гармоничности систем регуляции и наличием конечных программ развития (роста, дифференцировки тканей, полового развития, иммунитета и т.п.).

Выделение 4-х типов старения позволяет ориентироваться в степени выраженности различных сторон процесса старения у каждого индивида и выбирать те или иные воздействия для геропротекции, биоактивации и продления жизни.

### **Системная теория старения**

Осознавая высокую научную и практическую значимость вышеупомянутого направления, ряд ведущих организаций РАН, РАМН и Минздрава РФ, по инициативе Миннауки в 1996 г. объединили свой научный потенциал в рамках Национального Геронтологического Центра (НГЦ) для создания и внедрения технологий профилактики естественного старения. НГЦ носит статус некоммерческого партнерства и в его программах принимают участие специалисты Института системного анализа РАН, Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова, Московского государственного медико-стоматологического университета, Российского научного центра восстановительной медицины и курортологии, РНИИ Геронтологии Минздравсоцразвития и др.

#### **Прежде всего о системной теории старения.**

Современная геронтология накопила к настоящему времени огромный потенциал экспериментальных данных, обобщенных в виде самых различных теорий старения. Нами была предпринята попытка построить некий единый концептуальный базис и математический формализм, позволяющий взглянуть с единой точки зрения на разные теории старения, т.е. создать некую системную теорию старения. Данная теория

опирается на фундаментальные законы природы и представления о базисных механизмах функционирования живых организмов. Результаты этой работы представлены в монографии [Донцов В.И., Крутько В.Н., Подколзин А.А., 2002].

В основу теории положены следующие базисные законы природы:

- *Закон возрастание энтропии в неполностью открытых системах – один из базисных законов Вселенной, справедливый как для живой, так и для неживой природы;*
- *Законы системологии. Механизм борьбы с хаосом и расширения спектра адаптационных стратегий организма путем системной интеграции специализированных элементов. Старение – это дезинтеграция организма как системы.*
- *Жизнь – это совокупность активных процессов и взаимодействий, неразрывно связанных с процессами износа и повреждений (Это также справедливо для машин и механизмов).*
- *Жизнь – это совокупность процессов с КПД < 100%. Отсюда – "отходы производства", сцепленные с технологическим процессом.*

Следствия из этих законов можно использовать в качестве рекомендаций по геропротекции, например: "**Закон возрастание энтропии в не полностью открытых системах**". Это – возрастание хаоса, деформация и разрушение упорядоченности структур организма на всех уровнях, сопровождающееся ухудшением качества их функционирования.

Вытекающие из этого закона общие механизмы геропротекции:

- 1) Увеличение открытости, нормализация афферентных и эфферентных потоков вещества и энергии. Еще древние говорили – «что такое здоровье? – это нормальное введение веществ в организм и нормальное выведение веществ из него»;
- 2) Поддержка процессов коррекции измененных структур, либо замены структур, пришедших в негодность, на новые нормальные.

Вторая важная группа законов – **системологические законы**:

- *Механизм борьбы с хаосом и расширения спектра адаптационных стратегий организма путем системной интеграции специализированных элементов.*
- *Старение – это дезинтеграция организма как системы.*

Вытекающие из этого закона общие механизмы геропротекции:

1) Построение системных технологий геропротектирования на основе системологических моделей.

2) Акцент на регуляторные воздействия, обеспечивающие системность организма

О системологии необходимо сказать несколько слов отдельно. В физике и химии познать явление – это описать его с помощью точных математических формул, которые являются обобщением и кристаллизацией эмпирических данных, в строгой конкретной форме выражающие законы природы. Далее этими формулами можно пользоваться для получения практической пользы – решения оптимизационных задач и т.д. Но в биологии, где объектом познания является органически целостная система со сложной структурой, сложность которой определяется развитыми обратными связями, эквивалентом математической формулы, выражающей законы в физике, является имитационная модель системы. Ранее, до появления компьютера, целый класс систем, а именно органически целостных систем, к которым относятся и живые организмы, принципиально не мог быть до конца познан и изучен человеком. В своем стремлении познавать природу глубоко, но узко человек дошел до самого дна – расшифровал свой собственный геном, и теперь мы знаем строение всей совокупности молекул, составляющих живой организм, но управлять организмом мы пока не можем. Следующей качественно более высокой ступенью познания будет создание имитационной модели, в явном виде представляющей иерархическую систему контуров управления организмом.

Мы экспериментально изучали, как меняются системологические свойства организма с возрастом. Оказалось, что и следовало ожидать, что с возрастом системность уменьшается, причем у женщин медленнее, чем у мужчин. У женщин шире спектр возможностей адаптивных перестроек с возрастом, чем, в частности, можно объяснить их большую продолжительность жизни.

Также была создана "Общая теория здоровья", представляющая собой попытку создания единого формализма, описывающего основные законы нормы и патологии, сформулированные классиками медицины. Здесь была построена и исследована математическая модель функциональной гармонии, представляющая организм в виде совокупности взаимодействующих функциональных систем, каждая из которых обеспечивает своими функциями как другие системы, так и внешние потребности организма, а также модели компенсации и адаптации. По материалам работ в данной области подготовлена монография Крутько В.Н. и соавт. "Математические основания геронтологии". Несколько позже аналогичные концептуальные и модельные



представления получили активное развитие школой Ведущего геронтолога Великобритании Томаса Керквуда.

Далее на основе данной теории получены классификации типов старения, синдромов старения и ведущих механизмов старения. Все это положено в основу разработанной авторами системной технологии профилактики старения.

### **Системная технология профилактики старения**

Сначала несколько слов о проблемном поле, в котором приходится работать. Естественно задать вопрос – почему, несмотря на огромное количество накопленных человечеством знаний о механизмах старения (в мире на исследования в области геронтологии выделяется несколько миллиардов долл.) до сих пор в принципе не создано четких отработанных технологий сдерживания старения с корректно доказанным эффектом, хотя имеется достаточно много экспериментальных данных на животных и ряд исследований на человеке с доказанной геропротекторной эффективностью действия целого ряда факторов (**Рис 3**).

Авторами разработана как общая архитектура данной технологии (**Рис.4**), так и ряд ее важных составных элементов:

- *Системная теория старения, Общая теория здоровья. Математические основания геронтологии. Обобщение мировых данных по геропротектированию.*
- *Доказательный базис эффективности геропротекторов и возможности их массового применения*
- *Методология диагностики и профилактики старения*
- *Семейство компьютерных систем для здоровья и долголетия, для диагностики и профилактики старения*

В основу геронтотехнологий могут и должны быть положены данные прямых экспериментов на животных, преследующие цель радикального увеличения продолжительности жизни и выхода за видовой предел. Сравнительный анализ этих работ позволяет сделать вывод о потенциальной перспективности применения в качестве геропротекторов следующих классов средств:

- ноотропных и нейрометаболических соединений;
- антиоксидантов;
- энтеросорбентов и средств эндоэкологии;
- низкокалорийных полноценных диет;

- специальных физических упражнений;
- средств коррекции психического статуса;
- гормонозаместительной терапии;
- тканевых и клеточных препаратов и ряда других средств.

Созданный авторами вариант такой технологии включает компьютеризированные процедуры оценки скорости естественного старения как организма в целом, так и его отдельных подсистем, определения на этой основе ожидаемой продолжительности предстоящей жизни человека, выбора индивидуальной конфигурации средств сдерживания процессов старения и помощи в применении этих средств в повседневной практике.

Принципиальная новизна технологии заключается в ориентации на диагностику и коррекцию не конкретных болезней, а глубинных процессов износа и истощения функциональных резервов организма в ходе нормальной жизнедеятельности, происходящих и в абсолютно здоровом теле. Технология превосходит имеющиеся зарубежные аналоги решения данной задачи: 1 - в общей методологии (авторская разработка системной теории старения); 2 - в алгоритме диагностики (возможность определения как интегрального биологического возраста, так и парциальных возрастов отдельных систем организма и расчета ожидаемой продолжительности жизни); 3 - в методологии выбора и применения конфигурации средств сдерживания старения (используется интегральная технология одновременного воздействия на основные процессы старения различных уровней).

В Национальном геронтологическом центре проводится работа по систематизации тестовых панелей оценки биовозраста и разработки новых более эффективных методов его определения. Результатом этой работы явились методические рекомендации "Количественная оценка показателей смертности, старения, продолжительности жизни и биологического возраста" [Подколзин А.А, Крутько В.Н. и соавт., 2001].

Очень важным моментом является разработка экспериментальных схем и математических алгоритмов, ставящих во главу угла задачу минимизации времени и объемов экспериментов на животных и исследований на человеке при сохранении статистической достоверности получаемых результатов, и направленных на то, чтобы получить прогнозные оценки кривой дожития и ожидаемой продолжительности жизни по отдельным фрагментам этой кривой. Так, в рамках данного направления работ, нами получен и проверен по таблицам дожития для крыс и человека алгоритм, позволяющий

экстраполировать кривую дожития с точностью до 0.1% и сократить примерно на 30-50% время исследований [Крутько В.Н., Смирнова Т.М., Анисимов В.Н., 1999].

Для того, чтобы подойти к практическому решению задачи использования геропротекторов в клинике на человеке, нами разработана концепция "доказательного базиса", опираясь на который можно сделать аргументированное заключение о пренебрежимо малой вероятности негативных, побочных эффектов геропротектирования по сравнению с масштабом положительного эффекта - величиной прироста продолжительности полноценной жизни.

Общая структура доказательного базиса перспективности применения той или иной технологии в качестве геропротекторной представляется следующей:

- \* Убедительные данные о наличии выраженного геропротекторного эффекта на животных (в идеале - двойной слепой многоцентровой рандомизированный незаангажированный эксперимент);

- \* Ясность понимания механизма старения, на который нацелен геропротектор и данные об идентичности этого механизма у животных и человека;

- \* Результаты анализа фармакокинетики - обоснование доза-временной схемы курса;

- \* Результаты анализа фармакодинамики - определение и предусмотрение схем контроля побочных эффектов;

- \* Учет опыта применения геропротектора на человеке с другими целями в кратко- и долгосрочных схемах в смежных областях науки и практики.

- \* Надежная схема текущего контроля состояния здоровья (биовозраст, параметры гомеостаза и др.);

- \* Применение дозировок, как правило существенно ниже фармакологических;

- \* Статистически достоверная математическая оценка и прогноз изменений динамики биовозраста и ожидаемой продолжительности жизни.

Технология формирования этого базиса и формирования научного заключения о возможностях массового применения того или иного геропротектора является, с одной стороны, идеологически новой и непривычной для здравоохранения, а с другой - тесно коррелирует с технологией экспертного заключения о допустимости перехода от доклинических к клиническим испытаниям препарата. Данную технологию необходимо официально продвигать, иначе нас захлестнет и уже захлестнула волна неконтролируемых "средств омоложения и продления жизни", которые на самом деле, как говорит и научная логика и практика, на самом деле ее сокращают.

Наиболее перспективные области деятельности по созданию и внедрению технологий профилактики старения представляются следующими:

- \* Методы диагностики процессов старения;
- \* Факторы риска и факторы долголетия;
- \* Биоактивация и биорегуляция;
- \* Геропротекторное питание;
- \* Диагностика и коррекция церебрального старения;
- \* Психотерапия;
- \* Гормонотерапия;
- \* Иммунокоррекция;
- \* Диагностика и коррекция оксидативного стресса;
- \* Энтеросорбция и эндоэкология;
- \* Мультисистемы геропротекторов;
- \* Геронтологическая информатика;
- \* Создание и методическое обеспечение сети центров профилактики старения;
- \* Формирование геропротекторного менталитета у врачей и населения.

Имеются сложившиеся области медицины, обладающие очень полезными для профилактики старения подходами и методиками. В частности необходимо отметить такие области как: профилактика неинфекционных заболеваний; гигиена; валеология; курортология; восстановительная медицина; резервометрия; донозологическая диагностика; рефлексотерапия и др.

Одной из центральных проблем геропротекции является разработка точных количественных методов диагностики процессов, связанных со старением, позволяющих дифференцированно подходить к индивидуальной профилактике старения. Важной задачей является также автоматизация и информационная поддержка сложного комплексного процесса формирования и дальнейшего сопровождения схемы индивидуальной профилактики старения. Для решения данных задач нами разработан нижеописанный комплекс компьютерных систем.

Первоначально данный комплекс был предназначен для использования в области геронтологии, однако в силу универсальности заложенных в нем подходов комплекс может с успехом применяться для широкого спектра задач оценки и коррекции состояния здоровья человека.

***Компьютерная система "Диагностика старения: Биовозраст".***

Назначение: ведение базы данных обследований пациентов с целью определения маркеров биологического возраста; вычисление и графическое представление

индивидуального профиля старения; вычисление биологического возраста по методике Национального геронтологического центра и методике Киевского НИИ геронтологии, представление справочных материалов по возрастным стандартам и образцов бланков, анкет и карт для работы врача, методических рекомендаций и материалов.

***Компьютерная система "Профилактика старения".***

**Назначение:** Осуществление поддержки процесса индивидуального выбора и применения системы средств и мер сдерживания старения и биоактивации в соответствии с профилем старения, привычками, факторами риска и наличия хронических заболеваний, финансовыми возможностями и др. индивидуальными характеристиками клиента. Обеспечение врача обширной информацией о механизмах старения и средствах его сдерживания (Рис. 5).

***Компьютерная система "Система оценки психической работоспособности".***

**Назначение:** тестирование основных характеристик когнитивной и сенсомоторной функций человека: восприятия; оперативной памяти; устойчивости мышления; переключения и распределения внимания; оперативного мышления; логического мышления; пространственного мышления; динамического глазомера; скорости и точности реагирования.

***Компьютерная система "Питание для здоровья и долголетия".***

**Назначение:** оценка фактического питания; построение индивидуальной нормы питания, на основе информации о физиологических параметрах, физической и психологической нагрузке, наличии или риске хронических заболеваний, экологических условиях, привычках и образе жизни; осуществление автоматизированного построения оптимальных лечебных, оздоровительных, профилактических и геропротекторных рационов, соответствующих индивидуальной норме и учитывающих финансовые возможности и предпочтения клиента.

**Сфера применения компьютерных систем:** Медицинские изменения веса, по применению БАДов и др. средств коррекции дефицитов рациона. центры, центры здоровья, санаторно-курортная сеть и др. формы медико-профилактических учреждений, ставящих задачи реального повышения трудоспособности, омоложения и продления активной жизни человека. Система до- и последипломного обучения специалистов профилактической медицины.

**Ожидаемые эффекты геропротекции**

Разработанная технология позволяет практически ставить задачу радикального продления периода активной жизни человека. Дальнейшее масштабное развитие данного научного направления и широкое практическое внедрение ожидаемых результатов может обеспечить реализация разработанной НГЦ целевой программы "**Геропротекторы**" (средства сдерживания старения). Основной целью данной программы является экспериментальная отработка дозо-временных схем применения и композиций геропротекторов, дающих максимальный доказанный эффект увеличения **ОПЖ**. Разработанные авторами средства и методы позволяют достичь данной цели с минимальными затратами времени и средств. Осуществление этой программы может дать следующий ряд значительных эффектов.

Первый эффект - это **биоактивация**, при котором человек имеет **более высокий функциональный статус**, более трудоспособен, живет более активной интересной жизнью, как бы получает в единицу времени больший объем жизни. Например, такой эффект дает коррекция оксидативного стресса антиоксидантной терапией.

Второй эффект - сдерживание глубинных процессов старения или собственно **геропротектирование**. Такой эффект дает резкое **увеличение трудового потенциала России и существенное снижение коэффициента демографической нагрузки** на общество, который по имеющимся демографическим прогнозам в России возрастет к середине столетия до величины 0.9, т.е. на одного работающего будет приходиться один иждивенец, что перегрузит и без того кризисную экономику и расценивается как демографическая катастрофа.

Третий серьезный личностный эффект - **увеличение объема жизни как такового** и, если так можно сказать, **увеличение "коэффициента полезного действия жизни"**, т.е. существенный рост отношения того периода, когда человек живет полноценно, к периодам неполноценности. Собственно говоря, в увеличении этих показателей и должна состоять основная цель деятельности государства.

Четвертый интересный эффект - это "**гармонизация старения**", обеспечивающий более достойную комфортную старость. Этот эффект достигается заблаговременным определением темпов старения различных органов и систем организма и поддержкой слабых звеньев.

Пятый эффект заключается в существенно **более высокой социально-экономической эффективности геропротекторных технологий** по сравнению с традиционными подходами, где эффективность определяется отношением количества прибавленных лет здоровой полноценной жизни на единицу финансовых затрат. Так, например, прибавка в 10-15 лет средней продолжительности жизни в России

традиционными способами возможна лишь при превращении ее в развитое капиталистическое государство, уровня, скажем, Швеции по всем основным социально-экономическим показателям. Понятно, каких усилий и средств это стоит, и как нескоро это возможно. Осуществление и широкое массовое внедрение результатов программы "Геропротекторы", может дать такой же эффект, но стоит не более, чем другие российские федеральные программы.

И наконец шестой важный эффект заключается в том, что опережающее создание геропротекторных технологий в России позволит ей занять достойное место на **мировом рынке индустрии здоровья**, который по своему масштабу превосходит рынок вооружений. Это будет торговля высокими технологиями, а не природными ресурсами.

### *Значимость технологий геропротекции для России.*

На значимости данной программы именно для России необходимо остановиться особо. Россия в настоящее время относится к числу стран с наиболее неблагоприятными тенденциями в области выживаемости населения. При этом острота демографической ситуации последнего десятилетия в России не имеет аналогов ни в предшествующей истории нашей страны, ни в других странах, в том числе и переживших в XX веке серьезные социальные потрясения. Начиная с 1992 г., численность населения России ежегодно снижается. К концу 2000 г. по сравнению с началом 1992 г. численность населения уменьшилась на 3,52 млн. человек, несмотря на миграционный прирост, который за тот же период составил 3,27 млн. Таким образом, естественный прирост населения за 8 лет (который скорее следует называть неестественной убылью) составил впечатляющую отрицательную величину, равную -6,79 млн. человек, причем такой результат был обусловлен как снижением рождаемости, так и увеличением смертности. Согласно прогнозу, выполненному в ИСПИ РАН [Ермаков С.П., Захарова, 2000], при сохранении или небольшом улучшении существующих тенденций рождаемости и смертности численность населения России к 2025 г. будет находиться, в зависимости от уровня миграции, в пределах 108,8 - 123,3 млн., а к 2050 г. - в пределах 74,1 - 89,6 млн. чел., что неизбежно приведет к радикальным изменениям государства и общества (Рис. ??)

Правительство сейчас интенсивно ищет пути преодоления демографической катастрофы, надеясь в основном на меры по подъему рождаемости. Однако, всемирно известный демограф Натаниэль Кейфиц в своей фундаментальной работе, обобщившей опыт разных стран в попытках увеличить рождаемость, убедительно показал, что

искусственные правительственные меры, стимулирующие этот процесс, приводят лишь к кратковременным незначительным подъемам рождаемости и проблему в целом не решают. Остается надеяться на меры по снижению смертности. Но, как мы пытались показать, реальный путь к решению данного вопроса лежит через интенсификацию фундаментальных и прикладных исследований в области профилактики старения.

Поэтому одним из путей преодоления демографического кризиса в России является реализация разработанной Институтом системного анализа РАН и Национальным Геронтологическим Центром целевой программы "Геропротекторы", направленной на создание и внедрение технологий сдерживания старения. Именно эти технологии открывают перспективы радикального увеличения периода функционально полноценной жизни человека с высокой работоспособностью и социальной активностью.

### Литература.

1. Донцов В.И., Крутько В.Н., А.А. Подколзин (Под редакцией). Профилактика старения. Ежегодник НГЦ. Выпуски: 1- 6. М.: НГЦ. 1998 – 2003 гг.
2. Донцов В.И., Крутько В.Н., Подколзин А.А. Фундаментальные механизмы геропротекции. Серия "Проблемы геронтологии", Вып. 3. М.: Биоинформсервис, 2002 г., 464 с.
3. Подколзин А.А., Крутько В.Н., Донцов В.И., Большаков А.М., Смирнова Т.М., Борисов С.Е., Мергеладзе А.Г. «Количественная оценка показателей смертности старения, продолжительности жизни и биологического возраста». Учебно-методическое пособие для врачей. М.: МГМСУ, 2001г., 55с.
4. Ермаков С.П., Захарова О.Д. Демографическое развитие России в первой половине XXI века (Методические подходы и предварительные результаты прогноза). - М.: ИСПИ РАН, 2000. - 78 с.
5. Крутько В.Н., Славин М.Б., Смирнова Т.М.. Математические основания геронтологии. Под ред. д.т.н. В.Н.Крутько. Серия "Проблемы геронтологии", Вып. 4. М.: Едиториал УРСС, 2002. – 384 с.
6. Крутько В.Н., Смирнова Т.М. Анализ тенденций смертности и продолжительности жизни населения России в конце XX века. М.:Едиториал УРСС, 2002. – 48 с.
7. Крутько В.Н., Смирнова Т.М., Анисимов В.Н. Использование параметрических моделей для оптимизации продолжительности наблюдений в геронтологических исследованиях// Клиническая геронтология.-1999.- №2.-С.42.



8. Крутько В.Н. (Под. редакцией) Информатика здоровья и долголетия// Сб.трудов ИСА РАН, М.:УРСС, 2005 г.
9. "The World Ageing Situation -3", United Nations, 2000.

## РИСУНКИ.

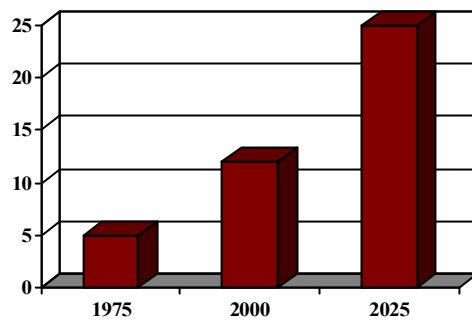


Рис.1. Динамика доли (%) людей на Земле, имеющих возраст старше 65 лет

Динамика ожидаемой продолжительности жизни  
при рождении в развитых странах  
в XX веке

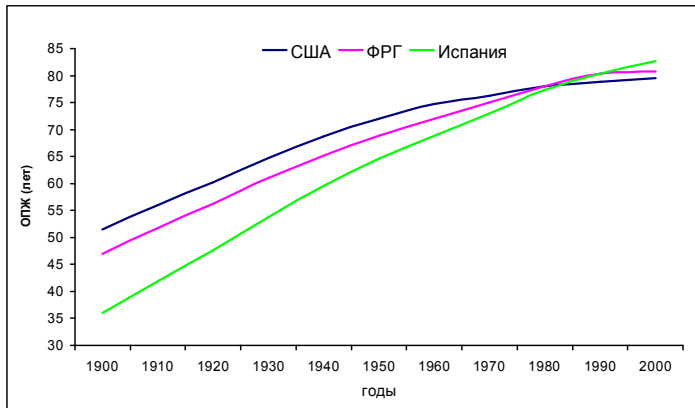


Рис.2. Динамика изменения ожидаемой продолжительности жизни в развитых странах мира в 20-м веке.

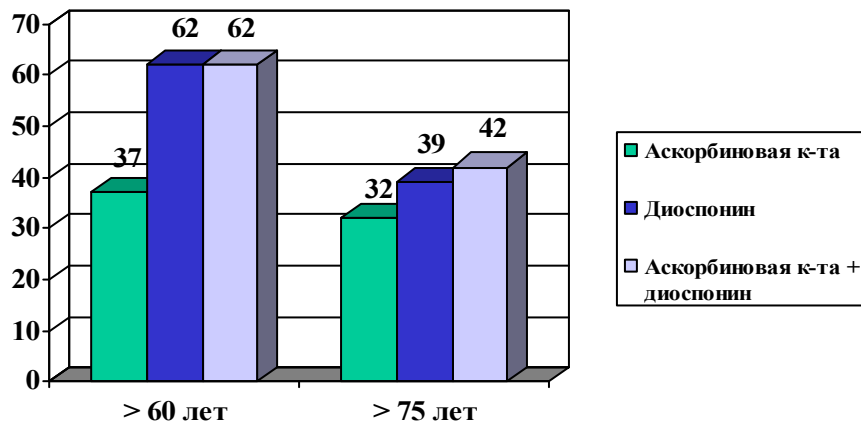


Рис.3. Число месяцев, прожитых жителями Дома ветеранов (Перedelкино) сверх контрольного уровня при применении некоторых технологий сдерживания старения - ортомолекулярной и геропротекторной терапии.

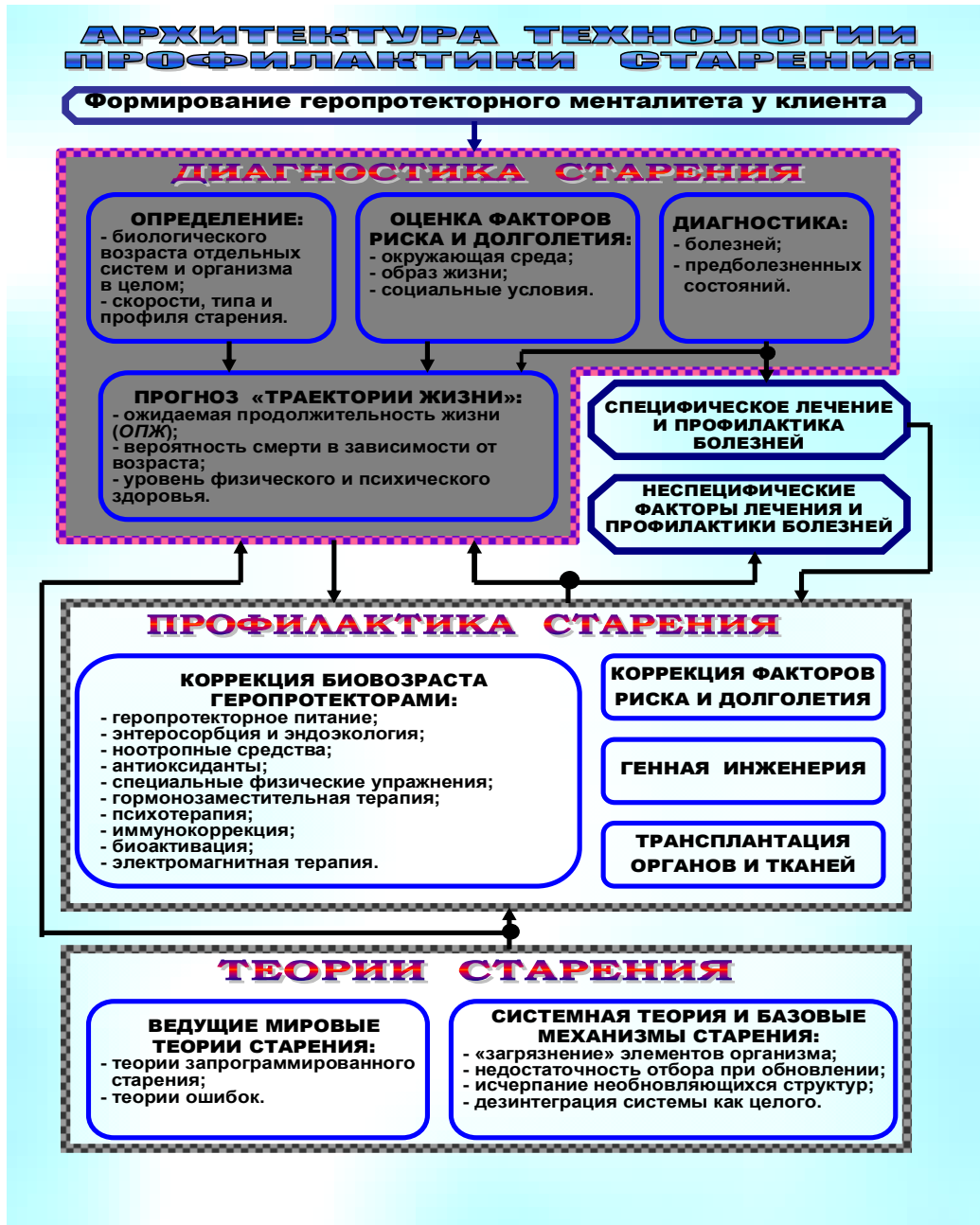


Рис.4. Архитектура системной технологии профилактики старения.

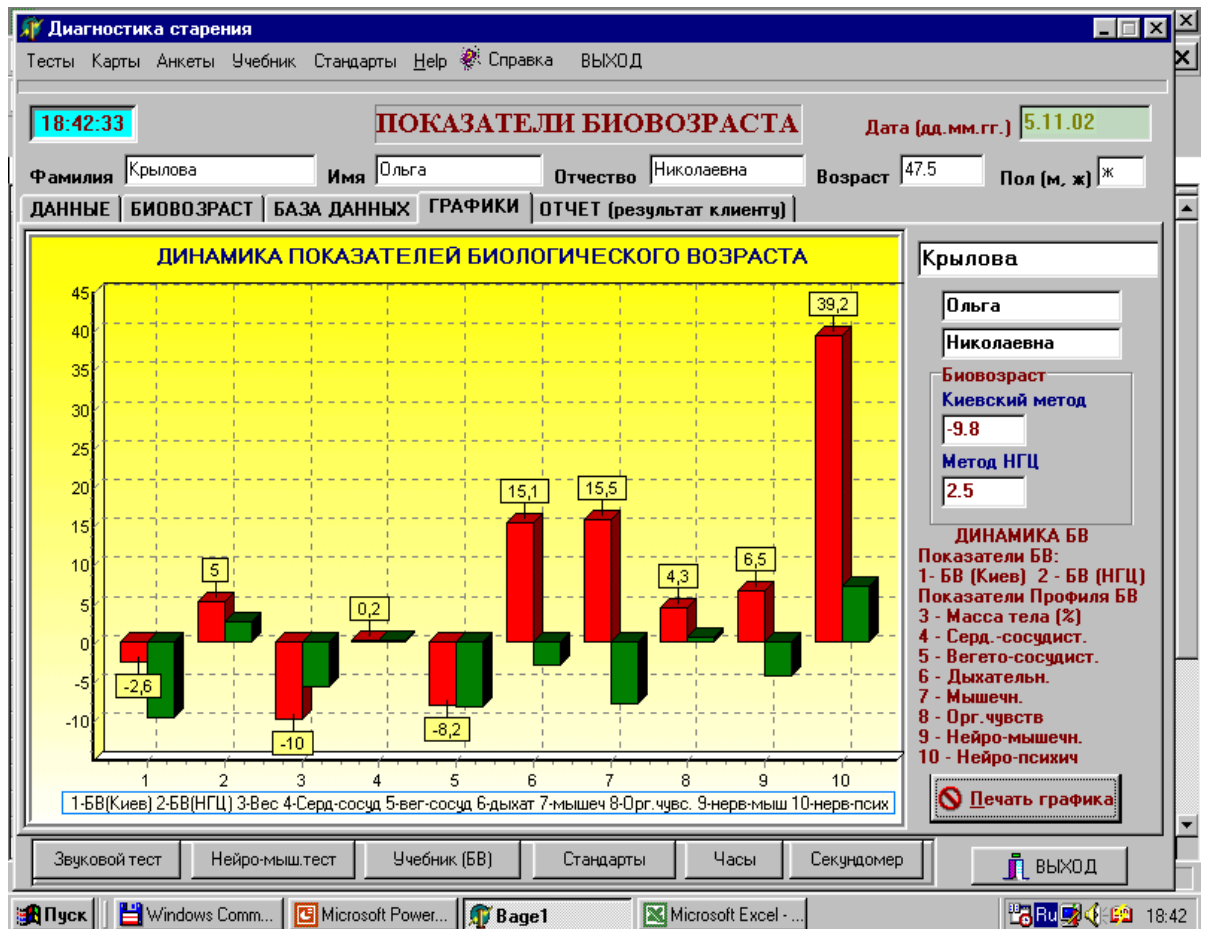


Рис.5. Пример эффекта курса геропрофилактики: нормализация показателей профиля старения и сдвиг биологического возраста жизненно важных систем организма в сторону омоложения (зеленые столбики – после курса).