

Академик Н.М. Амосов. К 100-летию со дня рождения

Более десяти лет назад ушел из жизни академик Николай Михайлович Амосов – выдающийся ученый, врач, писатель и общественный деятель. Широкой общественности сравнительно мало известна научная деятельность Н.М. Амосова, связанная с его увлеченностью *кибернетикой*, которой он отдал, наряду с хирургией, более 40 лет жизни. К этой науке Н.М. Амосова привела жажда получения новых знаний, вооруженность солидными инженерными знаниями, а также неудовлетворенность теоретическим уровнем междисциплинарных отношений тогдашней медицины, биологии и инженерии.

К концу 50-х годов прошлого столетия признанным лидером в области кибернетики в СССР стал академик В.М. Глушков, который на базе Вычислительного центра АН Украины в 1962 г. основал Институт кибернетики АН Украины, ныне носящий его имя.

По определению В.М. Глушкова: «*кибернетика* – наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах. При этом под управляющими системами здесь понимают не только технические, а и любые биологические, административные и социальные системы» (Энциклопедия кибернетики. Т. 1, с. 440–445). Отличительной особенностью кибернетики, по мнению В.М. Глушкова, есть то, что она ввела принципиально новый метод изучения сложных объектов различной природы – математическое моделирование и моделирование на ЭВМ. Глубинное и перспективное понимание В.М. Глушковым кибернетики как науки положило начало развитию различных научных направлений кибернетики, в частности, биокибернетики.

Заинтересованность в получении новых знаний и закономерностей, присущих биологическим и медицинским системам, относительно общих законов получения, хранения, преобразования и передачи информации способствовала возникновению *биологической и медицинской кибернетики* как самостоятельных научных направлений.

Украина – пионер в деле становления биомедкибернетики в СССР, которая как самостоятельное научное направление начало формироваться в начале 60-х годов XX ст. Одним из основоположников и создателей отечественной биологической и медицинской кибернетики выступил известный украинский хирург Н.М. Амосов, которого В.М. Глушков привлек для развития исследований в этих направлениях. В 1962 г. в Институте кибернетики АН УССР был организован отдел «Биокибернетики» под руководством Н.М. Амосова, которым он бессменно руководил более 30 лет. В те же годы Н.М. Амосов дал следующие определения биологической и медицинской кибернетики.

Биологическая кибернетика – «направление кибернетики, изучающее общие законы хранения, переработки и передачи информации в биологических системах. Кибернетика биологическая не подменяет другие биологические науки, так как занимается преимущественно математической обработкой, построением моделей, переработкой информации, а не непосредственным получением данных» (Энциклопедия кибернетики. Т. 1, с. 446–448).

Медицинская кибернетика – «направление кибернетики, изучающие проблемы, связанные с процессами управления в медицине и здравоохранении» (Там же, с. 450–451).

С того времени биологическая и медицинская кибернетика прошла долгий и сложный путь становления и развития в поиске собственных математических, инструментальных, технологических, информационных методов получения новых знаний о сложных системах, по выражению Н.М. Амосова, – «типа живых».

Если проследить весь эволюционный путь развития биологической и медицинской кибернетики, то прав оказался академик В.М. Глушков, который указал на ведущее значение метода математического моделирования в решении научных задач кибернетики вообще. Уточним, *метод математического моделирования* – «это метод исследования процессов или явлений путем по-

строения их математических моделей и исследования этих моделей. В основу метода положена их идентичность формы уравнений и однозначность соотношений между переменными в уравнениях оригинала и модели, т.е. их аналогии» (Ю.Г. Антомонов. Энциклопедия кибернетики. Т. 1, с. 31).

Н.М. Амосов сразу, на многие годы вперед, сформировал основную направленность биокибернетики по *общесистемному подходу к исследованию природы человека. Главными магистральными направлениями* планируемых и разворачивающихся исследований стали: моделирование физиологических функций организма человека (физиологическая кибернетика), моделирование мыслительных и психических функций человека для систем с «искусственным интеллектом» (психологическая кибернетика), моделирование поведения человека как социального существа (социологическая кибернетика).

Сам Н.М. Амосов вошел в когорту отечественных биокибернетиков после выхода в 1964–1965 гг. в свет его монографий: *«Регуляция жизненных функций и кибернетика»*, *«Моделирование мышления и психики»*, вскоре переизданной в США. В них он сразу указал на необходимость поиска иных подходов к познанию систем большой сложности, каковыми есть все биологические системы от клетки до общества. Для начала, любую систему и процесс ее развития можно рассматривать в двух планах: *физическом и информационном*. Новым было то, что при изучении такой системы в информационном плане можно приступить к ее изучению, совершенно отвлекаясь от сущности физических процессов, лежащих в их основе. Николай Михайлович сразу высоко оценил преимущества такого кибернетического подхода к исследованию сложных систем «типа живых» с использованием *методов моделирования и вычислительных возможностей ЭВМ*. Он оптимистически считал, что появилась «... реальная возможность создавать искусственные действующие системы огромной сложности, высокой надежности и колоссального быстрого действия».

В монографии *«Моделирование сложных систем»* (1968) Н.М. Амосов изложил свои взгляды на структуру, функцию и эволюцию сложных биологических и социальных систем от клетки до общества. Он указал на недостаток *необходимой количественной информации* в науках, которые традиционно пользовались феноменологическим и качественным описанием (медицина, биология, психология, социология). Для получения количественной информации характеристик элементов моделей «от клетки до общества», как считал Николай Михайлович, потребуются почти полная перестройка экспериментальной биологии, физиологии, психологии. «Для такой работы нужны десятилетия и нельзя ожидать ее окончания, чтобы только потом начинать создание моделей организма, психики или общества». Поэтому на первых порах следует создавать так называемые *эвристические модели*, когда недостаток данных заменяется правдоподобными гипотезами, которые со временем будут замещаться новыми, реально полученными количественными экспериментальными данными.

В рассматриваемых работах Николай Михайлович изложил принципы переработки информации в сложных живых системах с позиций моделирования. Он предложил оригинальную информационную гипотезу об основных программах психической деятельности человека (эмоции, сознание, подсознание, воля, творческий процесс) и наметил пути их моделирования. Это была первая попытка в отечественной научной литературе описать структуру мозга и его основные психические функции, провести с позиций информационного подхода их детальный анализ и наметить пути их будущего синтеза в машинных программах на ЭВМ.

Основой для моделирования процессов мышления и изучения влияния психических качеств на целеустремленное поведение послужили специфические *семантические сети*. Разработанные в отделе «Биокибернетика» (1963–1969 гг.) компьютерные модели интеллектуального поведения позволили продемонстрировать принципиальную возможность создания *нейросетей*, имитирующих механизмы, порождающие сложные психические функции. Особенно удачной и плодотворной оказалась (предложенная Н.М. Амосовым в 1965 г.) гипотетическая модель *«системы ус-*

ления–торможения» (СУТ) как аналога психической функции внимания («сознания–подсознания»). Впоследствии эти исследования привели к разработке нейрокомпьютера на базе идеологии ансамблевых стохастических нейросетей. Это в свою очередь позволило перейти к разработке нейросетевых систем управления и созданию семейства макетов автономных подвижных роботов. Демонстрация первого *автономного транспортного робота «ТАИР»* на IV международной конференции по Искусственному интеллекту в Тбилиси в 1973 г., показала принципиальную возможность создания автономного робота, управляемого аппаратно реализованной нейронной сетью, что нашло отражение в коллективной монографии *«Автоматы и разумное поведение»* (1973). Такой подход позволил в 90-х годах перейти к разработке и созданию семейства макетов автономных подвижных роботов, построенных в отделе «Биокибернетика».

Результаты разработок в области нейросетей вызвали интерес японской фирмы «WACOM», совместно с которой, на их элементной базе был создан *первый украинский нейрокомпьютер*, позволивший решить ряд сложных задач распознавания образов: классификаторы текстур, идентификация личности по голосу, распознавание рукописных символов, что нашло отражение в коллективной монографии *«Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы»* (1991). За этот цикл работ академик Н.М. Амосов с учениками был удостоен в 1998 г. Государственной премии Украины.

Н.М. Амосов положил начало работам *по математическому моделированию физиологических органов и систем* с учетом возможностей вычислительной техники и теории управления. В 1962–1980 гг. в отделе «Биокибернетика» были проведены фундаментальные экспериментальные клинико-физиологические исследования системы *саморегуляции сердца и регуляции кровообращения*, разработаны их цифровые математические модели. Обобщающий опыт этого цикла исследований изложен в монографиях: *«Саморегуляция сердца»* (1968), *«Теоретические исследования физиологических систем»* (1977), *«Регуляция кровообращения»* (1977), получивших высокую оценку специалистов-физиологов и кардиохирургов. Результаты этих исследований позволили создать в отделе «Биокибернетика» ИК АН Украины аппараты искусственного кровообращения (АИК), успешно внедренные в практику в клинике Н.М. Амосова. Несомненно, так был намечен путь к будущей *цифровой биологии и медицине*.

В работе *«Искусственный разум»* Николай Михайлович выдвинул гипотезу о механизмах переработки информации мозгом человека и идею существования Общего Алгоритма Разума, который, возможно, реализован эволюцией в биологических системах – от клетки к обществу в виде генетически запрограммированных функциональных актов (ФА). Они разворачиваются по строго регламентированному алгоритму, что и обеспечивает выживаемость и приспособление живых систем к постоянно меняющимся окружающим условиям. Амосов считал, что Алгоритм Разума, который как бы руководит всеми ФА, может послужить основой для создания *Искусственного Интеллекта*, способного воспроизводить психические свойства человека, его мысли, сознание, волю, творчество. Позднее эти идеи были развиты им в работах *«Алгоритмы разума»* (1979) и *«Природа человека»* (1983), однако путь к их практической реализации не был в полной мере очевиден даже самому автору, на что он посетовал в своей последней книге по кибернетике *«Разум. Человек. Общество. Будущее»* (1994).

В 1969 г. опубликована небольшая книга Н.М. Амосова *«Метод моделирования социальных систем»*, где автор путем создания *моделей* искал ответы на вопросы, связанные с общественной структурой и возможными вариантами ее оптимизации. Предложенный им метод эвристического моделирования позволял увязать множество количественной и качественной информации о человеке и обществе. Созданная в 1972 г. в отделе «Биокибернетика» первая в СССР структурно-функциональная модель «Социон» так называемого «обобщенного человека» подтвердила принципиальную возможность моделирования (с достаточной степенью правдоподобия) таких трудноформализуемых качеств человека, как чувства, мотивы, «уровень душевного комфорта». Другая

модель обобщенной личности («МАН», 1978) ориентирована на учет «человеческого фактора» в автоматизированных системах управления реальным производством. Были построены и исследованы эвристические модели «Семейных отношений» (1982) и личности ребенка «Кроха» (1984). Все названные модели по сложности и решаемым задачам намного превосходили известные на то время зарубежные модели-аналоги. Подобного рода модели, по замыслу Н.М. Амосова, могли бы послужить основой построения модели оптимального общества и моделирования эффективного общественно-личностного баланса.

Н.М. Амосов всегда стремился постичь изначальную природу человека, что привело его к необходимости проведения работ по становлению личности человека в динамике ее развития. Именно на раннем этапе развития человека еще можно попытаться дать ответ на дискуссионный вопрос – какова количественная мера врожденного (генотипа) и воспитанного (фенотипа) в личности человека. Проведенные под руководством Н.М. Амосова лонгитюдные исследования жизни ребенка от года до десяти лет позволили получить ценную психологическую информацию, а примененный для анализа этой информации метод математического моделирования показал, что примерно 60 процентов человеческих качеств заложено природой, а 40 – привносится воспитанием. Полученные результаты по воспитанию, образованию и здоровью человека были обобщены Н.М. Амосовым в его монографиях «Здоровье и счастье ребенка» (1979), «Природа человека» (1983).

Значимость всего этого направления заключается в том, что доказана конструктивность использования модели как системы представления знаний о человеке, что позволяет более направленно решать задачу целостного изучения его поведения как личности. Такие исследования имеют ощутимое преимущество перед фрагментарными, разрозненными исследованиями, а информационные технологии оказывают содействие в дальнейшей интеграции различных данных, создают конструктивные пути формализации сложных объектов психологической и социальной природы

Математические и машинные исследования ряда моделей психических функций мозга, отдельных физиологических систем и «внутренней сферы организма» в целом позволили Н.М. Амосову сформулировать основную суть нового направления кибернетики – *биологической кибернетики*, изучающей общие законы хранения, переработки и передачи информации в биологических системах. А поскольку живая природа сложна и разнообразна, Николай Михайлович, как и другие ученые, считал, что в биологической кибернетике необходимо выделить несколько самостоятельных направлений, изучающих различные биологические системы и их частные функции: *медицинскую, физиологическую, психологическую кибернетику, нейрокибернетику и бионику* («Энциклопедия кибернетики». Т. 1). Это справедливо и теперь, по прошествии 40 лет.

Под руководством Н.М. Амосова сформировалась мощная школа украинских биомедкибернетиков, получившая широкую известность не только в СССР, но и за рубежом. Уже к середине 60-х годов прошлого столетия в рамках этой школы в Институте кибернетики НАН Украины по другим научным направлениям были сформированы отделы: «Применение математических и технических методов в биологии и медицине», «Нейробионика», «Биоэлектрическое управление и медицинская кибернетика», «Медицинские информационные системы».

Николай Михайлович постоянно генерировал идеи, увлекался новыми проблемами, опережавшими свое время. Некоторые из них удалось решить только спустя десять и более лет в Международном научно-учебном центре информационных технологий и систем (МНУЦИТиС) Национальной академии наук и Министерства образования и науки Украины, который выступил правопреемником Н.М. Амосова по биологической и медицинской кибернетике.

С 1995 г. и по настоящее время основные идеи Н.М. Амосова плодотворно развиваются в МНУЦИТиС, успешно воплощаются в новых интеллектуальных информационных технологиях, позволяющих решать сложные прикладные задачи и получать результаты мирового уровня.

В Международном центре впервые созданы *образные информационные технологии* медицинского назначения, базисная основа которых – образное восприятие состояния исследуемых физиологических систем – *сердечно-сосудистой, нервно-мышечной и углеводного обмена* на основе разработанных специальных методов и алгоритмов. Данные технологии заложили основы создания отечественных конкурентоспособных микроэлектронных приборов цифровой медицины ФАЗАГРАФ, ТРЕНАР, ДИАБЕТ ПЛЮС, ориентированных на раннюю диагностику заболеваний и реабилитацию больных с нарушениями двигательных функций. Современный уровень исследований во всех областях знаний и сферах жизнедеятельности человека опирается на платформу информационно-коммуникационных технологий. Эти научные направления создали фундамент для изучения биологических объектов на новом технологическом уровне. Пожалуй, именно его не доставало для своевременного решения задач и реализации идей Н.М. Амосов, которые опережали свое время.

В последние десять лет жизни Н.М. Амосов сосредоточил внимание на философских размышлениях о смысле жизни и смерти, проблеме бессмертия, о будущей роли Человека во Вселенной, чему посвящены его последние работы: «*Мое мировоззрение*» (1992), «*Голоса времен*» (1998), «*Размышления*» (2000).

Именем Н.М. Амосова названы планета, улицы, колледж. Для нас, его коллег по кибернетике, особенно ценно, что в 2003 г. Постановлением Президиума НАН Украины была учреждена премия имени академика Н.М. Амосова за выдающиеся работы в области биокибернетики.

В связи со 100-летием со дня рождения, ЮНЕСКО провозгласила 2013 год – Международным годом Николая Амосова – выдающегося хирурга, кибернетика, альтруиста и гражданина.

3 декабря 2013 года в Международном Центре состоялось расширенное Юбилейное заседание Ученого совета, посвященное этой знаменательной дате, на котором присутствовали многочисленные сотрудники Кибцентра. С докладом выступил директор Центра профессор В.И. Гриценко, а личными воспоминаниями поделились почетные гости: Президент АМН Украины академик А.М. Сердюк, дочь Николая Михайловича Амосова – Екатерина Николаевна, директор ИК им. В.М. Глушкова академик И.В. Сергиенко и другие гости.

Основные работы Н.М. Амосова по кибернетике

1. *Амосов Н.М.* Регуляция жизненных функций и кибернетика – Киев: Из-во АН УССР, 1964. – 87 с.
2. *Амосов Н.М.* Моделирование мышления и психики. – Киев: Наук. думка, 1965. – 304 с.
3. *Амосов Н.М.* Моделирование сложных систем. – Там же, 1968. – 87 с.
4. *Саморегуляция сердца* / Н.М. Амосов, В.А. Лишук, С.А. Пацкина и др. – Там же, 1969. – 158 с.
5. *Амосов Н.М.* Искусственный разум. – Там же, 1969. – 154 с.
6. *Амосов Н.М.* Метод моделирования социальных систем // Сб. Эвристические модели в психологии: Киев: ИК АН УССР. – 1969. – № 2. – 120 с.
7. *Автоматы и разумное поведение* / Н.М. Амосов, А.М. Касаткин, Л.М. Касаткина и др. – Киев: Наук. думка, 1973. – 376 с.
8. *Амосов Н.М.* Биологические системы. – Киев: Энциклопедия кибернетики, 1974, Т. 1, С. 156–159; Кибернетика биологическая. – Там же. – С. 446–448.
9. *Регуляция кровообращения. Экспериментальные и математические исследования* / Н.М. Амосов, О.И. Лиссова, Б.Л. Палец и др. – Киев: Наук. думка, 1977. – 157 с.
10. *Теоретическое исследование физиологических систем* / Н.М. Амосов, Б.Л. Палец, Б.Т. Агапов и др. – Там же, 1977. – 163 с.
11. *Амосов Н.М.* Алгоритмы разума. – Там же, 1979. – 223 с.
12. *Амосов Н.М., Белов В.М., Ольшаников В.С.* Опыт исследования эвристических моделей личности. – Кибернетика – 1982. – № 5. – С. 80–87.
13. *Амосов Н.М.* Природа человека. – Киев: Наук. думка, 1983. – 222 с.
14. *Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы* / Н.М. Амосов, Т.Н. Байдык, А.Д. Гольцев и др.] – Там же, 1991. – 269 с.
15. *Амосов Н.М.* Разум, Человек, Общество, Будущее. – К.: БАЙДА, 1994. – 183 с.

В.И. Гриценко, В.М. Белов