



Выбор направления исследований оказался правильным. Проблема управления сложными биологическими системами и процессами в них является в настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в теории управления. В современных мировых индексах цитирования первые двадцать мест безраздельно отданы научным журналам в этой области.

Проблематика управления здравоохранением в течение ряда лет была и остается востребованной как на государственном уровне, так и международным научным сообществом. Работы по этой и смежным тематикам велись широким фронтом сотрудниками лаборатории в рамках проекта «Народонаселение» Международного Института прикладного системного анализа, (г. Лаксенбург, Австрия) и продолжают в настоящее время в рамках международного сотрудничества.

Многие годы А. М. Петровский был заместителем заведующего кафедрой «Техническая кибернетика» (ныне «Проблемы управления») Московского физико-технического института. Многие из руководимых им студентов и аспирантов стали докторами и кандидатами наук.

Александр Михайлович запомнился всем его знавшим своей добротой, открытостью и чуждою. В созданной им лаборатории царил дружелюбная и теплая атмосфера. Это проявлялось как в совместной работе, так и на отдыхе. Александр Михайлович любил шутку и веселый розыгрыш. Даже выезды на овощную базу или колхозное поле — столь частые в советские вре-

мена — он умел превратить в веселое приключение. Своим оптимизмом и жизнерадостностью он заражал окружающих. У него не было недоброжелателей — он всегда умел конструктивно разрешить возникающие проблемы.

А. М. Петровский был человеком редкостной порядочности. В годы его работы в Институте категорически не поощрялись переходы сотрудников из одной лаборатории в другую. Дирекция предпочитала расстаться с обоими участниками конфликта. И только А. М. Петровскому удалось сохранить в Институте ряд способных исследователей, по разным причинам пришедшихся «не ко двору» в других лабораториях. Среди них такие известные ныне ученые, как В. Н. Вапник, А. Я. Черво-ненкис, Р. Ш. Липцер и др.

Лаборатория и сегодня сохраняет легкость и непри- нужденность отношений, свойственные ей во времена Александра Михайловича.

А. М. Петровский скончался по пути на работу 1 февраля 1993 г. Но созданная им лаборатория живет и успешно продолжает его дело. Научные идеи А. М. Петровского по-прежнему актуальны и развиваются его учениками и учениками учеников. И это, наверное, лучший памятник Ученому.

Е. П. Маслов

☎ (095) 334-91-81

E-mail: maslov@ipu.ru



НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ А. М. ПЕТРОВСКОГО

В Институте проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН 17 марта 2005 г. состоялись научные чтения, посвященные памяти профессора Александра Михайловича Петровского (1925—1993). Их тематика была связана с работами Александра Михайловича и охватывала исследования по управлению движущимися объектами, обучающимся машинам и алгоритмам обучения, а также работы в области биологических, здравоохраненческих и медико-социальных применений теории управления. В научных чтениях приняли участие российские и зарубежные ученики и коллеги А. М. Петровского.

На открытии чтений выступили директор Института проблем управления академик Грузинской академии наук *И. В. Прангшвили*, директор Института проблем передачи информации РАН академик РАН *Н. А. Кузнецов*, заведующий кафедрой информатизации при Президиуме Российской академии медицинских наук профессор *Д. Д. Венедиктов* и заведующий лабораторией Института проблем управления РАН д-р техн. наук *Е. П. Маслов*.

В своем вступительном слове *И. В. Прангшвили* охарактеризовал А. М. Петровского как ученого, внесшего большой вклад в формирование облика Института, сложившегося в 1960-е гг., когда Институт возглавлял научные направления, связанные с теорией управления. В эти годы в Институте работала целая плеяда выдающихся ученых, в которую вместе с группой молодых тогда специалистов входил и А. М. Петровский. Эти ученые

создали основы теории управления и начали работы по применению развитых методов в различных практических областях — от управляемых зенитных ракет и управления движущимися объектами до биологических применений теории управления и создания искусственного сердца.

Интересными воспоминаниями о работах А. М. Петровского в области управления зенитными ракетами поделился академик *Н. А. Кузнецов*. Труды Александра Михайловича были связаны с разработкой нелинейных алгоритмов управления ракетами и со временем привели к созданию систем управления наблюдениями. Результаты исследований проверялись на реальных объектах, в том числе и во Вьетнаме. О результативности отечественных разработок того времени можно судить по следующему факту. Советские ракетные системы применялись, в частности, для защиты моста через р. Меконг, по которому проходила известная «тропа Хо Ши Мина». Разрушение этого моста не позволило бы северовьетнамцам проникать на Юг, но американцы так и не смогли разбомбить его.

Своими воспоминаниями об А. М. Петровском поделился профессор *Д. Д. Венедиктов* (в 1970-х гг. — заместитель министра здравоохранения СССР и председатель Научного совета по системному анализу). Он рассказал о работах А. М. Петровского в области математического моделирования системы управления здра-

вохранением. По его словам, система здравоохранения в СССР была в то время одной из самых передовых в мире по организации управления и по численности врачей, хотя в области техники и уступала западному здравоохранению. При активном участии А. М. Петровского в Международном институте системных исследований (IIASA) в Вене было создано научное направление по математическому моделированию системы здравоохранения. Это направление работ в течение ряда лет успешно развивалось. Д. Д. Венедиктов подробно рассказал о работе над этим проектом и высоко оценил участие в нем самого А. М. Петровского, а также А. И. Яшина, А. А. Клементьева и других сотрудников ИПУ.

Е. П. Маслов, сменивший А. М. Петровского в качестве заведующего лабораторией № 38 Института проблем управления, рассказал о работах этой лаборатории. Обладая широтой взглядов, А. М. Петровский охотно принимал в состав своей лаборатории те группы сотрудников, которые по тем или иным причинам оставались без научного руководства. Сам Е. П. Маслов пришел в эту лабораторию вместе с группой сотрудников, продолжившей после смерти А. А. Фельдбаума исследования по статистическим методам управления. Позже в лабораторию влились сотрудники А. Я. Лернера, эмигрировавшего из СССР. Они продолжили исследования по распознаванию образов и применили эти методы в биологии и медицине. Еще одной группой, принятой в лабораторию, были сотрудники Н. В. Позина, занимавшиеся исследованием биологических систем. Александр Михайлович курировал эти направления, давая всем сотрудникам возможность продолжать исследования и помогая им. Недаром докторами наук в лаборатории стало значительное число сотрудников (всего за прошедшие годы докторские диссертации защитили десять человек).

После открытия Чтений состоялись доклады, в которых рассматривались проблемы управления подвижными объектами, алгоритмы управления и обучения и проблемы моделирования популяционных и биологических систем.

Первым бы заслушан доклад *Т. Г. Абрамянц, Е. П. Маслова и Е. Я. Рубиновича* (ИПУ) “Управление подвижными объектами в условиях искусственно организованной неполноты информации”. В нем были рассмотрены задачи конфликтного управления подвижными объектами в условиях радиоэлектронного противодействия (РЭП). Подробнее см. статью в настоящем номере журнала, с. 75–81.

В. А. Шлаин, бывший аспирант Института проблем управления, представляющий ныне компанию “Microspec Technologies” (Израиль), сделал доклад об алгоритмах автоматического обнаружения и классификации дефектов при производстве полупроводниковых схем. Субъективность в определении типа дефектов, низкая производительность и высокая стоимость анализа микросхем, производимого человеком-оператором, диктует необходимость автоматизации этого процесса. В фирме “Microspec Technologies” разработана система DCS-4, расширяющая возможности рабочих станций, предназначенных для визуальной инспекции результатов технологического процесса (например, “Axiospect 200” производства фирмы “Carl Zeiss”). Обнаружение дефектов в этой системе проводится в три этапа. На первом этапе изображение совмещается с референтным (не содержащим дефекта) изображением и конструируется маска

дефекта. При этом применяются методы улучшения изображения (фильтрация, сглаживание, увеличение контрастности границ деталей изображений), восстановления изображения (зуммирование, ротация), регистрации (совмещения) изображений, производятся сегментация и бинаризация изображений и их морфологический анализ. На втором этапе вычисляются числовые признаки дефекта и его окружения на микросхеме. К этим признакам относятся морфологические признаки (размеры и форма дефекта); признаки локализации дефекта по отношению к границам и сегментам, содержащим различные материалы; признаки, определяющие материал и цветовые характеристики дефекта; признаки, относящиеся к текстуре дефекта. На третьем этапе определяется тип дефекта — классификация. Основные функции системы DCS-4 заключаются в классификации дефектов, выполняемой с помощью методов распознавания образов, и интерактивной поддержке пользователя в определении новых классов дефектов, выполняемой с помощью методов кластерного анализа и специальной лингвистической поддержки.

Для решения задачи классификации дефектов в системе DCS-4 используется концепция мультиклассификации, заключающаяся в применении нескольких методов классификации в зависимости от соотношения количества априорной и статистической информации. В случае, если обучающая выборка отсутствует, но имеется априорная информация о предполагаемых дефектах, применяется алгоритм классификации, основанный на теории нечетких множеств. В случае, если обучающая выборка мала и имеется априорная информация о предполагаемых дефектах, применяется алгоритм автоматической генерации правил классификации, базирующийся на основе логики нечетких множеств. Впоследствии пользователь может вручную корректировать классификационные правила вручную в соответствии с имеющейся у него априорной информацией. В случае, если обучающая выборка достаточно велика для статистического анализа, применяется полностью автоматическая генерация правил классификации, основанная на методе ближайшего соседа, автоматически отбираются наиболее информативные признаки.

Система DCS-4 снабжена специальной интерактивной подсистемой поддержки пользователя при определении новых классов дефектов, которая осуществляет следующие функции:

- с помощью семантической поддержки пользователь может выбрать подмножество классификационных признаков, перспективных для разделения множества неизвестных ранее дефектов на классы;
- на основе этих признаков дефекты автоматически разделяются на кластеры;
- для каждого полученного кластера (множества дефектов, не имеющих меток принадлежности к классам) автоматически порождается вербальное описание, характеризующее средние значения выбранных признаков в кластере.

Пользователь может проанализировать полученные вербальные описания, вручную перераспределить объекты между кластерами, создать новые классы на основе полученных кластеров или произвести новую кластеризацию на основы иного набора признаков.

Затем был заслушан доклад *В. Н. Буркова* (ИПУ РАН) “Теория активных систем — современное состоя-



ние и перспективы”. Необходимость учета так называемого “человеческого фактора” в задачах управления организационными системами была осознана специалистами по управлению в 1960 гг. Под человеческим фактором понимается активное влияние человека (коллектива, организации) как объекта управления на систему управления. Это активное влияние проявляется, в основном, в двух аспектах. Один из них связан с так называемой проблемой манипулирования, когда объект управления сознательно представляет в систему управления искаженные данные о своем состоянии и возможностях. Другой связан со способностью объекта управления сознательно ограничивать область допустимых состояний. В конце 1960 гг. возникла теория активных систем, объектом управления в которой выступал активный элемент, характеризующийся отмеченными свойствами.

Основная проблема теории активных систем заключается в согласовании целей управляющей системы и активных элементов путем синтеза управляющих воздействий (механизмов управления), обеспечивающих как достоверность получаемой от активных элементов информации, так и их функционирование “на границе возможностей”. К настоящему времени в теории активных систем получен ряд фундаментальных результатов по синтезу оптимальных механизмов управления.

Доклад *И. Н. Воронцова* (ИПУ) был посвящен проблемам управления в междисциплинарных исследованиях. В течение ряда лет реализуется научная программа исследований по выбору концептуального базиса системы, который позволяет описывать и исследовать сложные явления различных типов. За это время создана система математических методов машинного моделирования, ориентированная на применение в широком диапазоне исследовательских и проектных работ. Концептуальные основы созданного языка для описания и анализа систем различных типов успешно прошли многоступенчатую проверку.

Трудности решения междисциплинарных проблем (таких, как проблема устойчивого развития или управление процессами в сложных системах большой размерности) связаны с тем, что лабильность биологических и социально-экономических систем часто очень велика. Быстрые изменения в этих системах приводят к невозможности получения сведений о значениях переменных, необходимых для реализации законов управления. В лабильных варьированных системах управление возможно только при выявлении достаточно стабильных закономерностей как инвариантов лабильности.

Предложенный подход к преодолению возникающих трудностей основан на уменьшении размерности подлежащих анализу моделей: декомпозиции их описания на одном семантическом уровне. Другой подход основан на представлении модели системы в виде иерархии подсистем на разных семантических уровнях. Такое решение возможно только при условии существования общего концептуального базиса и языка описания свойств системы. После того, как были выполнены исследования возможности интерпретации предикатов и предметных имен выражений естественного языка в терминах языка системы моделирования, задача создания фреймовой базы данных для понимания текстов конкретных научных дисциплин стала вполне разрешимой.

Актуальная задача, решение которой открывает принципиально новые возможности в биологии и меди-

цине, состоит в создании математической модели эукариотической клетки и конструировании компьютерной модели ее функционирования, интегрирующей данные по геному, протеомиксу и другим клеточным системам. Основная особенность этой задачи заключается в автоматизации процессов синтеза моделей на основании сведений, заложенных в трех основных типах баз данных о метаболизме: сведений о метаболических путях, ферментах и соответствующих реакциях; сведений о метаболитах и, наконец, физико-химических закономерностях кинетики реакций.

Успехи разработки такой модели будут зависеть от успехов в создании методов измерения концентраций метаболитов *in situ*, от создания общих методов синтеза и исследования моделей биологических процессов и от развития работ по онтологии биологических процессов, генома и клетки.

М. С. Сергеев (Московский физико-технический институт), *А. П. Серебровский* (Институт передачи информации РАН) и *Г. Ш. Цицашвили* (Институт прикладной математики ДВО РАН) сделали доклад, в котором рассмотрели нестандартный метод оценки параметра сигнала на фоне шумов. Была рассмотрена задача оценки параметра произвольного сигнала, наблюдаемого в смеси с аддитивным гауссовским шумом в дискретные моменты времени. Традиционно при решении таких задач применяют либо разложение в комплексный ряд Фурье, либо метод наименьших квадратов. Однако для реализации первого метода требуются наблюдения за достаточно длительным промежутком времени, больший или сравнимый с периодом принимаемого сигнала. Если условия задачи этого не позволяют, авторы предлагают применять метод наименьших квадратов, который для достижения необходимой точности требует большего объема вычислений. Предлагаемый в работе метод основан на декомпозиции результатов наблюдений, что позволяет на порядок снизить объем вычислений. Его применение оказалось эффективным в приложениях к задачам акустики при оценке параметров самых разнообразных нелинейных волн.

Н. А. Коргин (ИПУ РАН) выступил с сообщением “Механизмы обмена как основа распределения научной и учебной нагрузок преподавателей”. В докладе различные виды взаимодействия между субъектами социально-экономических систем рассматриваются как обмен между ними, приносящий выигрыш каждой из обменивающихся сторон. Взаимодействие между руководством кафедры вуза и профессорско-преподавательским составом (ППС) рассматривается как пример описанной ситуации. При этом процесс распределения учебной и научной нагрузок можно трактовать как обмен в следующем виде: кафедра раздает имеющийся у нее в наличии ресурс (время на различные виды деятельности) и взамен получает результат деятельности преподавателей. Этот подход позволяет построить математическую модель кафедры как обменной схемы и применить имеющиеся на данный момент результаты из теории управления организационными системами и теории активных систем, полученные при решении различных задач обмена, в частности, задач стимулирования. Источником для математической модели кафедры служит инструкция по нормированию основных видов деятельности профессорско-преподавательского и научно-го составов Академии Федеральной службы охраны РФ.

В этой инструкции определены объёмы годовой нагрузки по различным видам работ для ППС (бюджеты времени), примерные нормы времени на различные виды деятельности, а также закреплено право руководства кафедры на перераспределение бюджетов времени между ППС в определенных пределах.

Кафедра рассматривается как двухуровневая организационная система, на верхнем уровне которой находится руководство кафедры (центр), а на нижнем — преподаватели кафедры (активные элементы). В рамках доклада моделируется исключительно процесс распределения научной нагрузки. Решается задача повышения результативности научной деятельности кафедры в различных условиях информированности руководства кафедры о параметрах системы, необходимых для принятия эффективных решений.

В последующих докладах были рассмотрены проблемы моделирования популяционных и биологических систем.

Доклад *В. К. Иванова* (Национальный радиационно-эпидемиологический регистр, г. Обнинск) был посвящён формированию групп потенциального риска. Важность этой задачи обусловлена двумя основными обстоятельствами. Во-первых, в результате выполнения крупномасштабных эпидемиологических исследований медицинских последствий радиационного воздействия (Хиросима, Нагасаки, Чернобыль, Южный Урал, регистры атомных работников ведущих стран мира и др.) стало возможным дать объективную оценку фактора риска радиационной природы на индивидуальном уровне. Во-вторых, наличие эпидемиологических данных об индивидуальных радиационных рисках позволяет оптимизировать систему радиационной защиты и минимизировать отдаленные эффекты радиационного воздействия с использованием технологии оказания адресной медицинской помощи через страховые компании.

В докладе показано решение задачи формирования групп потенциального риска на примере больших континентов жителей Российской Федерации, подвергшихся радиационному воздействию вследствие чернобыльской катастрофы. Кроме того, в анализируемый контингент включен персонал атомной промышленности страны, находящийся на индивидуальном дозиметрическом контроле.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 948 от 22 сентября 1993 г. создан и успешно функционирует Национальный радиационно-эпидемиологический регистр. На 1 января 2005 г. в нем имеются персональные медико-дозиметрические данные на 615 тыс. человек, в том числе на 186 тыс. участников ликвидации последствий чернобыльской катастрофы (“ликвидаторов”) и 368 тыс. жителей наиболее загрязненных радионуклидами областей России.

Один из основных выводов постчернобыльских эпидемиологических исследований, подтвержденных Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), говорит о существенном повышении частоты заболеваемости раком щитовидной железы у населения в наибольшей степени загрязненных радионуклидами областей России (Брянская, Калужская, Тульская и Орловская). Общая численность этого населения составляет 5,6 млн. чел., заболеваемость раком щитовидной железы среди жителей указанных территорий выросла в 3—4 раза. Эти фактические данные о частоте заболеваемости раком щито-

видной железы могут быть объяснены двумя основными факторами: нерадиационной природы — скрининг и радиационной природы — инкорпорированное облучение щитовидной железы радионуклидами йода-131. Выполненные Национальным радиационно-эпидемиологическим регистром крупномасштабные исследования к настоящему времени показали, что к группе потенциального радиационного риска можно отнести только детское (0—14 лет) на момент чернобыльской катастрофы население юго-западных районов Брянской области (это 26 908 человек, проживающих в 362-х населенных пунктах). Персональные списки этого контингента переданы органам практического здравоохранения для оказания эффективной медицинской помощи.

Национальным радиационно-эпидемиологическим регистром также завершена работа по анализу частоты заболеваемости лейкозами среди ликвидаторов. Установлено, что к группе потенциального риска следует отнести примерно 28 тыс. ликвидаторов, которые работали в 1986 г. и получили дозы внешнего облучения более 150 мЗв.

Национальный радиационно-эпидемиологический регистр в настоящее время начал радиационно-эпидемиологические исследования по формированию группы потенциального риска среди персонала атомной отрасли, находящегося на индивидуальном дозиметрическом контроле. Предварительные данные (по Ленинградской АЭС) свидетельствуют о том, что численность этой группы составляет примерно 10 % всего персонала, размер средней накопленной дозы — 215 мЗв. Представленные в докладе данные включены в итоговые отчеты ВОЗ. Они отражены в ряде монографий на русском и английском языках и опубликованы в ведущих отечественных и международных научных журналах, в том числе в регулярно издающемся Бюллетене Национального регистра “Радиация и риск”.

Затем был заслушан доклад *Г. П. Иткина* (НИИ трансплантологии и искусственных органов Минздрава РФ) “Программа искусственного сердца в России”. Сердечно-сосудистые заболевания уносят больше человеческих жизней, чем все остальные заболевания, вместе взятые, и от этой патологии ежегодно умирает более 100 млн. жителей Земли. Несмотря на значительные средства, вкладываемые в фармакологическую индустрию, наиболее радикальным средством помощи больным с тяжелыми формами сердечной недостаточности является пересадка сердца. Однако дефицит донорских органов делает практически невозможным оказание помощи всем больным, нуждающимся в подобной операции. В листе ожидания в странах мира ежегодно находятся 25 тыс. больных и только менее 5 % из них получают донорское сердце. Большинство реципиентов умирают, не дождавшись донорского сердца. В этих случаях единственная возможность спасти жизнь — подключить к организму искусственное сердце или вспомогательный насос на период ожидания донорского сердца.

К настоящему времени имплантируемые системы искусственного сердца и вспомогательного кровообращения нашли применение во многих клиниках мира. Однако высокая стоимость этих систем (от 150 000 до 400 000 долл. США) практически исключают возможность их применения в нашей стране, а потребность в таких системах оценивается по минимуму в пределах 100 систем в год. И в дальнейшем, по мере приобрете-



ния клинического опыта, эта потребность будет увеличиваться в десятки раз.

Поэтому для решения этой проблемы была разработана новая государственная программа *Искусственное сердце*, к которой были привлечены более 10 малых предприятий, финансируемых Государственным Фондом развития малого бизнеса в научно-технической сфере. Основная цель программы заключалась в разработке и создании комплекса новых методов и средств в области кардиохирургии и трансплантологии для лечения больных с тяжелыми формами сердечной недостаточности.

При составлении двухлетней программы *Искусственное сердце* были выделены основные направления, позволяющие при относительно небольших финансовых затратах получить максимальную отдачу. При этом часть выделенных средств была направлена на развитие новых технологий, также предназначенных для диагностики и нормализации сердечной деятельности.

В результате выполнения двухлетней программы *Искусственное сердце* были разработаны опытные образцы следующих аппаратов:

- имплантируемый электромеханический пульсирующий насос, неппульсирующие центробежный и аксиальный насосы для длительного подключения к организму на период ожидания донорского сердца;
- одноразовый центробежный насос для временного подключения к организму (до одного месяца) при невозможности отключения аппарата “сердце—легкие” после кардиохирургических операций;
- автоматический дефибриллятор в комплексе с аппаратом для наружного массажа сердца;
- ультразвуковой внутритриповодный сканер для ранней диагностики сердечной недостаточности;
- комплекс биодеградируемых матриц для кардиомиоцитов и нервных стволовых клеток.

В настоящее время разработанные образцы новой техники проходят стендовые и медико-биологические испытания и в ближайшие годы будут внедрены в клиническую практику кардиохирургических и реанимационных центров страны.

Выступление *А. И. Михальского* (ИПУ РАН) было посвящено рассмотрению прямых и обратных задач в анализе популяций. Докладчик очертил круг процессов и индикаторов, характеризующих состояние популяции людей: заболеваемость, смертность, распространение в популяции факторов риска. Рассматривая эти процессы в рамках модели стохастических переходов индивидуумов между различными состояниями здоровья и факторов риска, можно математически выразить связь между вероятностными характеристиками на индивидуальном уровне и характеристиками, наблюдаемыми на уровне популяции. В результате удаётся выразить ожидаемые изменения в наблюдаемой в популяции заболеваемости при изменении заболеваемости индивидуума. Эти соотношения важны при оценке результатов воздействия на популяцию и дают пример решения прямой задачи — описания процесса от *причины* к *следствию*. Другие примеры решения прямых задач касались оценки результатов профилактики, влияния изменения численности групп риска на заболеваемость и смертность в популяции, что важно при анализе последствий техногенных катастроф.

Специфика обратных задач заключается в необходимости построения оценок процесса (который является *причиной*) по наблюдению за *результатом*. Примерами

являются оценка заболеваемости по данным о смертности, оценка заболеваемости по числу выявленных случаев заболевания (распространённость заболевания) и т. д. Актуальность такого подхода вытекает из того, что многие важные состояния здоровья и переходы между ними не поддаются непосредственному наблюдению, а регистрируются лишь конечные терминальные состояния. В докладе было показано, как обратные задачи анализа популяции формально свести к задаче решения систем интегральных уравнений первого рода, связывающих функции распределения и интенсивности переходов наблюдаемых и ненаблюдаемых процессов. Обсуждались принципиальные трудности решения таких систем, связанные с их некорректностью, и пути преодоления возникающих трудностей. Был приведён пример решения реальной задачи оценки онкологической заболеваемости лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Применение методов решения обратных задач позволило эффективно скорректировать влияние пропусков в наблюдениях состояния здоровья этих людей, возникающих вследствие нерегулярности медицинских обследований. Стабилизация соответствующих оценок позволила получить обоснованную динамику развития онкологических заболеваний среди указанного контингента.

В докладе был поднят вопрос о возможности повышения достоверности решения обратных задач путём рассмотрения процессов, по отношению к которым оцениваемые процессы являются *результатом*. Так, процессы в популяции являются *результатом* по отношению к процессам, протекающим на уровне индивидуума. Однако процессы в индивидууме являются *результатом* процессов, протекающих на уровне клетки и обусловленных как окружающей средой, так и генетически. По этой причине изучение генетических свойств популяции может позволить по популяционным данным получить уточнённые оценки процессов на индивидуальном уровне. Этим обстоятельством объясняется большой интерес к популяционным генетическим исследованиям (например, различные проекты Европейского сообщества), что, в свою очередь, выдвигает требования к развитию новых методов решения обратных задач, в частности, с применением новых статистических подходов.

Н. А. Бабушкина (ИПУ РАН) посвятила своё выступление моделированию эффективности действия противоопухолевых препаратов в сверхмалых дозах. Его основные положения отражены в статье, опубликованной в настоящем номере журнала (см. с. 47—54).

Л. А. Дартау и *А. Р. Стефанюк* (ИПУ РАН) выступили с докладом “Компьютерная технология и система ЭДИФАР: этапы развития”, в котором осветили историю, принципы и задачи создания экспертной диалоговой информационной системы для анализа рисков. Компьютерная система ЭДИФАР была создана для автоматизированного сбора данных о распространенности жалоб и факторов риска, касающихся основных хронических неинфекционных заболеваний, определяющих в последние десятилетия преждевременную смертность и инвалидизацию населения развитых стран. Эта работа была инициирована *А. М. Петровским* в 1985 г. в рамках академической темы “Исследование неоднородных популяций и управление по неполным данным”. Испытания системы прошли на базе одной из поликлиник Москвы. За прошедшие 20 лет результаты работы выли-

лись в создание теоретических и прикладных основ управления здоровьем на популяционном уровне и обоснование возможности реализации разрабатываемого подхода в условиях Российской Федерации. Сформулированы три основных вида деятельности государства в сфере охраны здоровья населения, которые, помимо эпизодического лечения граждан, предусматривают периодический скрининг и перманентное обучение здоровью. Работа поддержана отечественными и международными грантами, доложена на научно-практических конференциях в России и за рубежом, её результаты изложены в многочисленных публикациях¹.

Доклад *А. С. Колоколова* (ИПУ РАН) под названием “Обработка сигнала в частотной области при распознавании речи” был посвящен преобразованиям логарифмического кратковременного спектра речевого сигнала, учитывающим особенности анализа звука в слуховой системе. Использование таких преобразований в процессе обработки речи снижает вариации спектра сигнала, обусловленные характеристиками среды и речевым источником. Эффективность рассмотренных преобразований подтверждается примерами их применения при обработке реальных речевых сигналов.

Первое преобразование выделяет локальные неоднородности логарифмического спектра по частоте, которыми являются максимумы и резкие срезы спектра, и позволяет получить частотное описание речевого сигнала, устойчивое к частотным искажениям сигнала и широкополосным аддитивным шумам. Этим обеспечивается более надёжное сравнение с эталонными описаниями речевых фрагментов при распознавании речи. В основу преобразования положены разновидности полосовой фильтрации спектра по частоте, используемая для нахождения второй сглаженной разности спектра, и последующая нелинейная обработка, имитирующая эффект латерального торможения в слуховом анализаторе.

Второе преобразование выделяет локальные неоднородности спектра по времени и может быть применено для сегментации речевого сигнала. Оно представляет собой вариант полосовой фильтрации спектра, реализующей нахождение сглаженной первой разности логарифмической огибающей спектра по времени. В результате преобразования отмечаются моменты начала и конца артикуляторных событий. Такое преобразование спектра имеет место в слуховом анализаторе, о чём свидетельствует присутствие так называемых тонических нейронов, избирательно реагирующих на начало и конец акустического стимула. На основе этого преобразования предложены устойчивые к частотным искажениям процедуры сегментации речевого сигнала для выделения в нём последовательных квазистационарных сегментов, необходимых для фонетической разметки.

Возможные области применения рассмотренных преобразований — распознавание речи, идентификация и верификация диктора.

А. Я. Червоненкис (ИПУ РАН) сделал сообщение “Применение методов распознавания образов в задачах

молекулярной биологии” (см. статью в настоящем номере журнала, с. 41—46).

В заключительном докладе *В. Н. Новосельцева* (ИПУ РАН) “Моделирование гомеостаза: история и современное состояние” говорилось о развитии гомеостатических представлений в биологии. Первоначальные идеи *К. Бернара* и *И. М. Сеченова* о постоянстве внутренней среды в середине XX в. привели к развитию концепции гомеостаза. Концепция была создана *У. Кенноном*, а *Н. Винер* представил модель гомеостаза в виде системы управления с отклонением от уставки (например, в системе регуляции температуры вводилась уставка по температуре). Однако быстро выяснилось, что такая модель не отражает всей сложности гомеостатического поведения биологических систем. Например, самка питона, обычно пойкилотермная (не обладающая постоянством температуры тела), в период высиживания яиц приобретает гомеостатические свойства. Мало того, она поддерживает гомеостаз только в определенной области внешних температур, за пределами которой температура тела самки не держится на постоянном уровне, а следует за температурой внешней среды.

Эти сложности удалось преодолеть в новой модели гомеостаза, созданной в 1978 г. В качестве главной цели системы управления в биосистемах было выдвинуто равенство темпов потребления веществ и их поступления. Только после того, как эта цель достигалась, в системе возникал гомеостаз — относительное постоянство уровня (концентрации) веществ. Уставки на концентрации в этой модели отсутствовали. Такая модель не только воспроизводила механизм гомеостаза в ограниченной области изменения окружающих условий, но и моделировала гомеостаз при изменении темпов потребления веществ. Последнее обстоятельство оказалось важным при моделировании процессов старения биосистем.

В настоящее время одной из самых распространенных и достоверных теорий старения считается теория окислительных повреждений (*Д. Харман*, 1957). Ее суть состоит в том, что нормально потребляемый организмом кислород в качестве побочного эффекта порождает необычайно активные свободные радикалы, с возрастом поражающие все структуры организма. Математическая модель этой теории, разработанная докладчиком в 2000—2001 гг., демонстрирует экспоненциально замедляющееся с возрастом снижение гомеостатической способности. Такое сокращение приводит к возрастному падению кислородного ресурса, а достижение им нулевого уровня приводит организм к смерти — отсутствие ресурсов не допускает восстановления гомеостаза даже при сколь угодно малых нарушениях. Созданная на основе этих рассуждений общая схема жизненного цикла организма дала возможность исследовать многие аспекты старения и стала основой ряда публикаций в зарубежных и отечественных журналах.

Чтения прошли на высоком научном уровне, а сделанные доклады вызвали большой интерес научной общественности и привлекли внимание учёных и специалистов из Москвы и других городов.

*А. И. Михальский,
В. Н. Новосельцев*

¹ См., например, статью *Дартау Л. А.* “Теоретические аспекты управления здоровьем и возможности его реализации в условиях Российской Федерации”. — Проблемы управления. — 2003. — № 2. — С. 43—52.

☎ (095) 334-88-20, 334-88-91

E-mail: mikhalsk@ipu.ru

Novoselc@ipu.ru

