

**8-я Всероссийская (международная)  
научная конференция  
ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ПРИ СЕЛЕКЦИИ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ  
6 – 10 ноября 2003**

А.А. Тимаков

### Основные эффекты легкой воды

**Вступление.** Рад снова оказаться среди людей, которых не пугает слово «изотоп» и которые не вздрагивают при упоминании о «тяжелой воде».

Но даже здесь необходимо сразу пояснить термин «легкая вода». Под легкой водой далее мы подразумеваем воду, содержание дейтерия и кислорода-18 в которой снижено по отношению к природному уровню, а, точнее, к стандартной среднеокеанической воде (SMOW), потому что природный уровень, как мы покажем далее, понятие растяжимое, особенно в отношении дейтерия.

**Изотопный состав воды.** Что представляет собой земная вода с точки зрения изотопного состава образующих ее элементов? Если принимать в расчет только стабильные изотопы, то их сочетание даст девять сортов молекул (слайд 2),

#### Природная вода

##### Стабильные молекулы

$\text{H}_2^{16}\text{O}$	$\text{H}_2^{17}\text{O}$	$\text{H}_2^{18}\text{O}$
$\text{H D}^{16}\text{O}$	$\text{H D}^{17}\text{O}$	$\text{H D}^{18}\text{O}$
$\text{D}_2^{16}\text{O}$	$\text{D}_2^{17}\text{O}$	$\text{D}_2^{18}\text{O}$

#### Легкая вода

$\text{H}_2^{16}\text{O}$  – 99,727 % об.

#### Тяжелокислородная вода

$\text{H}_2^{18}\text{O}$  – 0,2 % об.

$\text{H}_2^{17}\text{O}$  – 0,04 % об.

#### Тяжелая вода

$\text{H D}^{16}\text{O}$  – 0,033 % об.

$\text{H}_2\text{O} + \text{D}_2\text{O} \ll 2 \text{H D O} \quad (K_p = 4)$

основную массу которых составляет молекулы протиевой (легкой) воды с кислородом-16 – 99,727%. Если рассматривать только более тяжелые молекулы, то окажется, что на три из них приходится 99% от общего объема тяжелых молекул –  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  (73,5%),  $\text{H}_2^{17}\text{O}$  (14,7%) и  $\text{H D}^{16}\text{O}$  (11,5%). В воде пресноводных источников содержание тяжелой воды составляет, обычно, около 330 мг/л (в расчете на молекулу  $\text{H}_2\text{O}$ ), а тяжелокислородной ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) – около 2 г/л. Это сопоставимо или даже превышает допустимое содержание солей в питьевой воде.

**Несмотря на этот факт, влияние примесей тяжелых молекул воды на потребительские свойства питьевой воды практически не изучено.**

Это тем более странно, что природные изотопные вариации и D и O-18 аномально высоки. Так что для характеристики изотопного состава воды вынуждены использовать еще два стандарта (слайд 3).

#### Изотопные стандарты воды

- **SMOW** – венский стандарт среднеокеанической воды:

$$\text{D/H} = (155,76 \pm 0,5) \times 10^{-6}$$

$$\text{O}^{18}/\text{O}^{16} = (2005,2 \pm 4,5) \times 10^{-6}$$

- **GISP** – стандарт воды из гренландского льда:

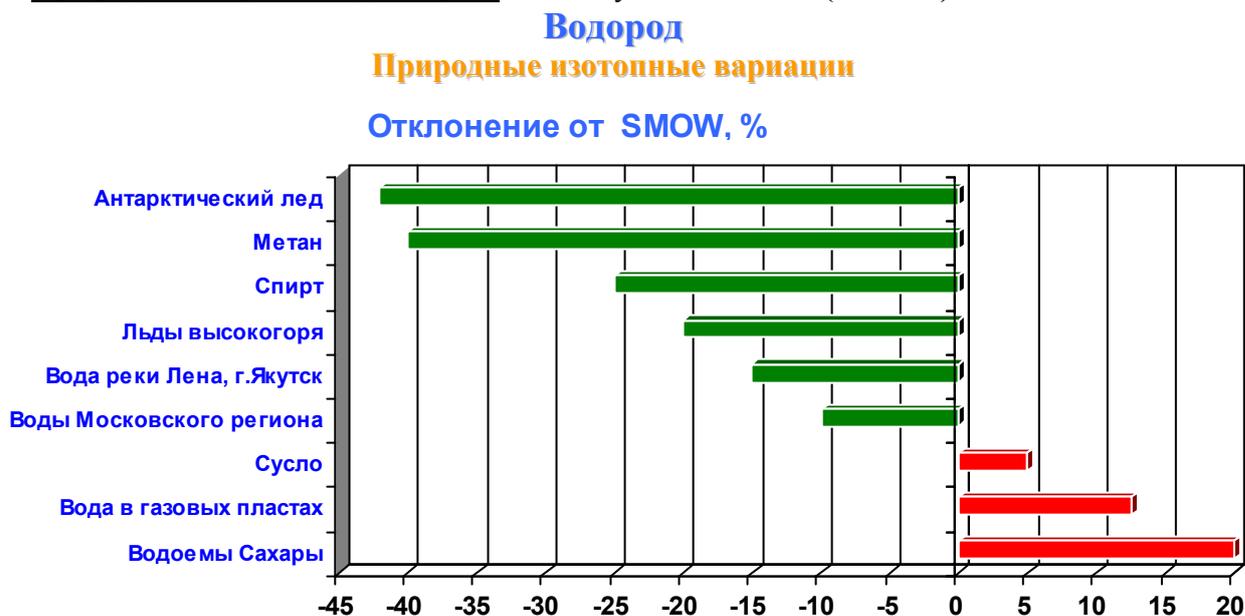
$$\text{D/H} = (124,6 \pm 0,5) \times 10^{-6}$$

- **SLAP** – стандарт воды из антарктического льда:

$$\text{D/H} = (90,5 \pm 1,0) \times 10^{-6}$$

Помимо общепринятого Венского стандарта SMOW, существуют еще стандарт воды из Гренландского льда и стандарт воды из Антарктического льда.

**Природные вариации дейтерия.** На следующем слайде (слайд 4)



представлены природные изотопные вариации водорода. Из представленных данных видно, что, по отношению к среднеокеанической воде, они достигают 40% для более «легких» веществ и воды, и 20% - для более «тяжелых».

Содержание дейтерия в различных природных водах изменяется от 90 ppm (вода из Антарктического льда – самая легкая природная вода) до 180 ppm - вод в газовых пластах и закрытых водоемах Сахары.

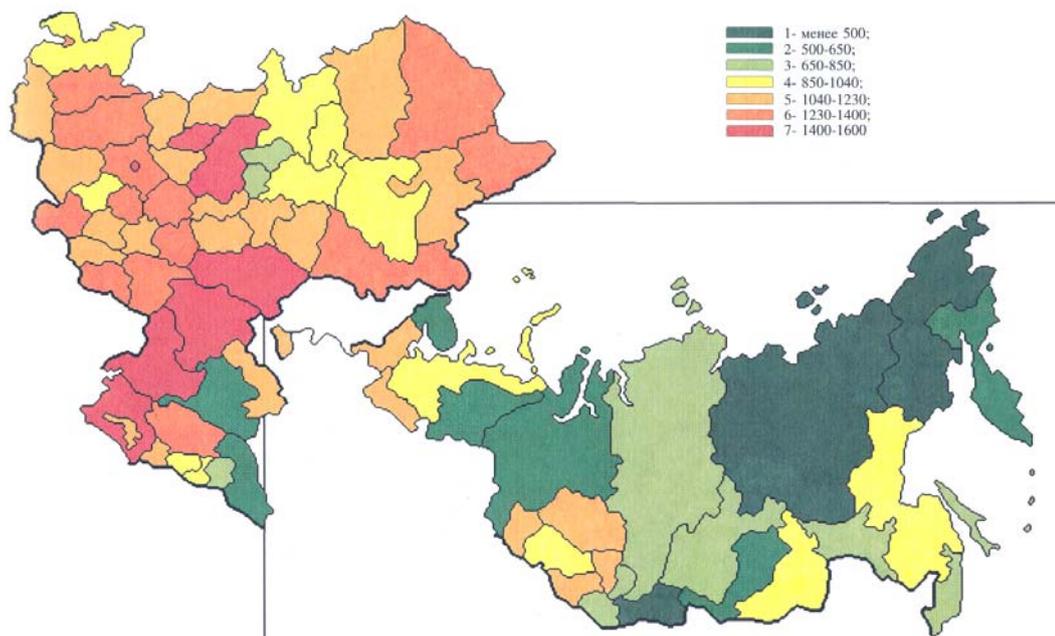
**Роль дейтерия в биологических системах.** Изотопные эффекты тяжелой воды высокой концентрации, не существующей в естественных условиях, изучены в настоящее время достаточно хорошо [1]. Экстраполяция полученных данных к сильному разбавлению тяжелой воды не позволяет ожидать ощутимых эффектов при снижении концентраций тяжелых изотопов ниже природного уровня. Тем не менее, в последнее десятилетие показано, что природная вода, обедненная тяжелыми изотопами водорода и кислорода, обладает стимулирующим действием на различные биологические объекты [1-4] и даже лечебными свойствами [4-7].

Эти результаты интересны уже сами по себе, поскольку говорят о том, что **живая клетка способна реагировать на небольшие изменения содержания дейтерия в воде.** Это тем более удивительно, что эти изменения происходят на очень низком абсолютном уровне ( $30 \div 150$  ppm), и имеют, таким образом, «гомеопатический» характер. Как можно объяснить полученные результаты? Тем более, что получены они несколькими независимыми группами ученых у нас в стране и за рубежом? Попробуем разобраться.

Сейчас надежно установлено, что существует прямая связь изотопного состава человека с составом потребляемой воды и пищи. Учитывая аномально высокие колебания содержания дейтерия в природной воде, очень интересно было бы посмотреть, как эти колебания влияют на здоровье человека. Если, конечно, вообще есть такое влияние. Понятно, что вычлнить это воздействие из числа других факторов довольно сложно, если вообще возможно. Но все же интересно было бы проанализировать имеющиеся на сегодня статистические данные по различным заболеваниям под этим углом зрения.

Огромное влияние окружающей среды, структуры питания и качества воды на здоровье человека убедительно демонстрируют данные по заболеваемости раком в различных регионах России – они колеблются от 500 до 1600 больных на 100 тыс. населения (данные 1990-1991 гг.).

**ЗАРЕГИСТРИРОВАНО ЗАБОЛЕВАНИЙ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ  
(ВСЕГО БОЛЬНЫХ НА 100 ТЫС. НАСЕЛЕНИЯ) В 1990-91 ГОДАХ**



При этом наименьший уровень заболеваемости отмечен для Северо-востока страны, районов вдоль рек Лена, Иртыш, Обь и их притоков, а также районов, прилегающих к озеру Байкал. Не могу не отметить, что все эти районы характеризуются более низким содержанием дейтерия в воде. Конечно, нельзя делать далеко идущие выводы, опираясь только на эти данные, поскольку их, безусловно, необходимо корректировать с точки зрения демографического состава населения и других факторов. Но хочу обратить ваше внимание на простой и, казалось бы, всем очевидный факт – **для человека совсем не безразлично, где он живет, как питается и какую воду ежедневно пьет.**

В этой связи приведу очень показательный пример. Самый низкий в мире уровень заболеваемости раком простаты в Японии, в тоже время у этнических японцев, длительно живущих на Гавайях, клинически выраженный рак простаты встречается в 10 раз (!!!) чаще. По мнению ученых, обративших внимание на этот феномен, он объясняется только различиями в структуре питания этих групп, прежде всего более высоким потреблением риса в Японии.

Вы можете спросить, а причем здесь дейтерий? Отвечу. Мы знаем об уникальной роли воды в деятельности клетки и живого организма в целом (слайд 5).

**На долю воды приходится около 60% массы тела взрослого человека**



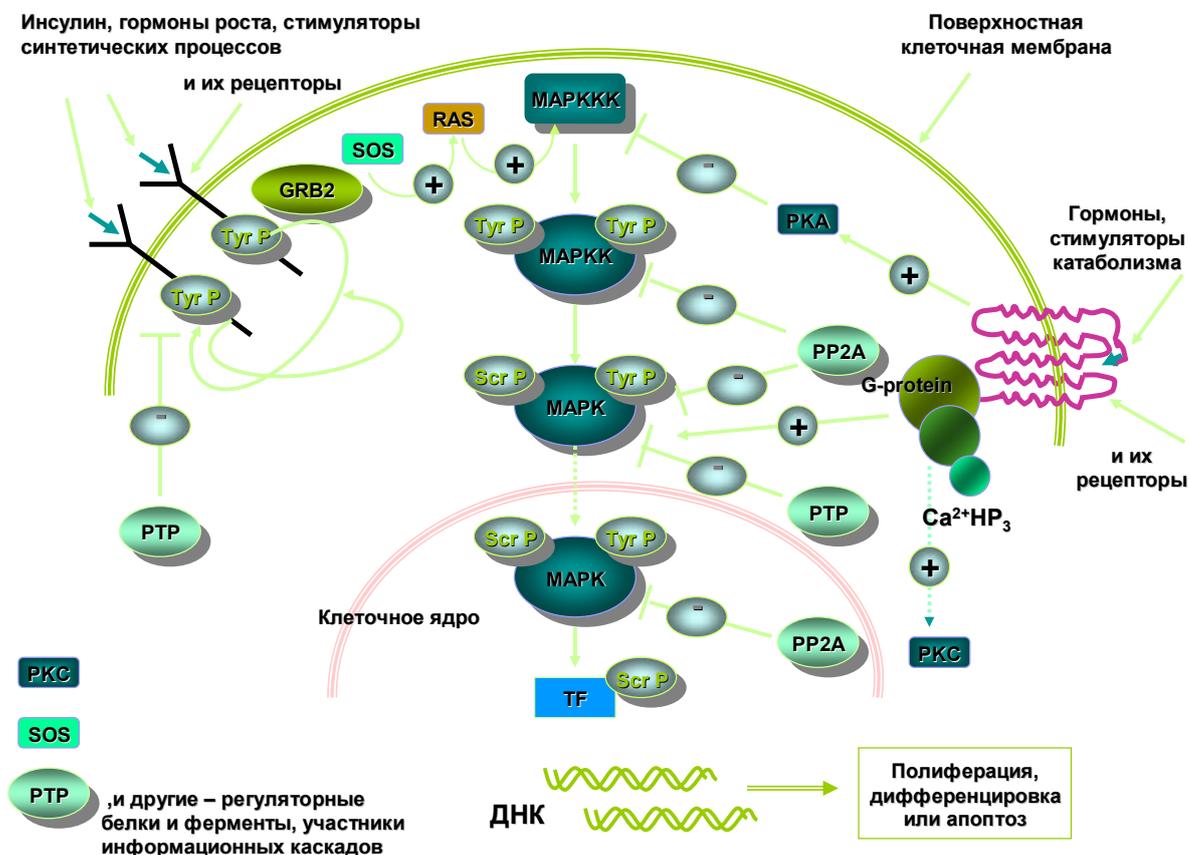
**«Биология забыла о воде или никогда не думала о ней.»  
А. Сцент-Дьерди**

Мы хорошо знаем, что малейшие колебания микроэлементов в воде могут оказать существенное воздействие на здоровье человека. А что мы знаем о воздействии на организм колебаний уровня тяжелой воды? Или о том, в каком состоянии находится вода в живых организмах и их клетках? В этом смысле, слова А.Сцент-Дьерди о том, что биология забыла или никогда не думала о воде, до самого последнего времени были весьма справедливы. О том, насколько свойства воды в живом организме отличаются от свойств обычной воды говорит хотя бы такой факт, что вязкость воды у поверхности клеточной мембраны в 5000 раз (!!!) больше.

Сейчас стало появляться все больше и больше физико-химических данных, которые свидетельствуют о том, что в воде, существует довольно много самых разнообразных устойчивых структур, которые можно назвать кластерами. (В последнее время появилось целое направление химии - кластерная химия.) В литературе, посвященной квантовой химии, приводятся много разнообразных форм водных кластеров, начиная с кластеров, которые включают в себя 5 молекул воды, 6 молекул воды и так далее. Английский физико-химик Мартин Чаплин недавно рассмотрел вопрос о том, какого рода кластеры наиболее вероятно существуют в воде. Он полагает, что там может присутствовать целая иерархия довольно устойчивых структур такого рода. Блокируясь друг с другом они могут достигать громадных размеров, включающих в себя 280 молекул воды. И чем больше молекул объединяются в такие структуры, тем более стабильными являются эти кластеры. Такого рода гигантские молекулы, фактически водяные полимеры, обладают высокой устойчивостью и совершенно другими химическими и физико-химическими свойствами, чем одна молекула воды.

**Включение в такие образования молекул тяжелой воды приведет, очевидно, к еще большей их устойчивости, благодаря образованию более прочных водородных связей. Это, в свою очередь, может оказать влияние на работу тонко настроенных систем живой клетки. О том, какую роль играют аквакомплексы в работе живой клетки, говорят открытия последних лет.**

Еще в середине XIX века было установлено, что клетка имеет ядро и мембрану, а вода и ионы проникают внутрь через некие каналы в мембране (слайд 6).

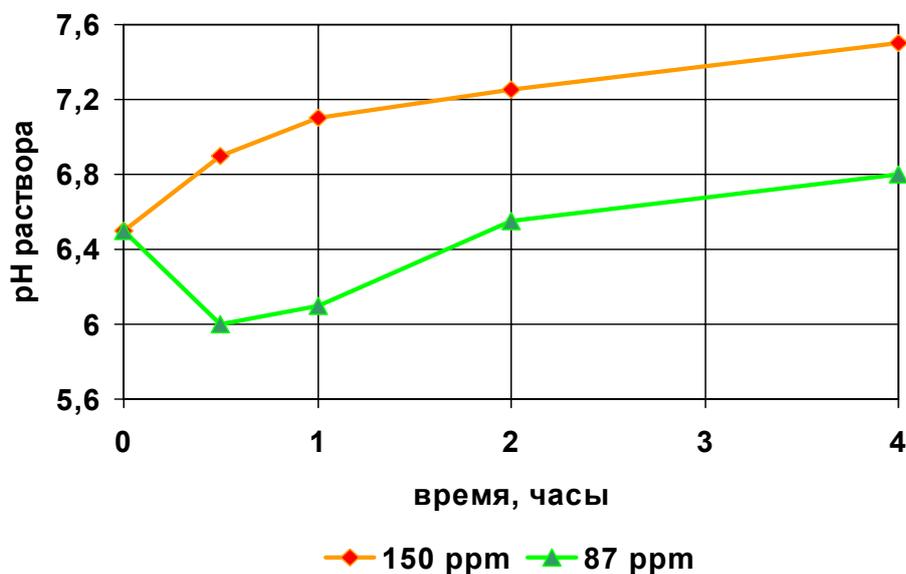


В середине 20-го века стало ясно – вода проникает в клетку и выходит наружу через каналы, предназначенные только для молекул  $H_2O$ . В течение 30 лет биологи пытались обнаружить и понять устройство клеточного фильтра, который способен пропускать через себя миллиарды молекул воды в секунду и задерживать все остальные частицы. Наконец, в 1992 году профессор университета Джона Хопкинса в Балтиморе Питер Эгр, изучая различные белки, содержащиеся в мембране красной кровяной клетки, обнаружил, что один из этих белков встречается в мембране клеток почки. Почки, как известно, отвечают в организме за вывод лишней воды. Белок получил название аквапорин, а в 2000 году группа исследователей под руководством Эгра полностью изучила схему работы водного канала в клеточной мембране. Оказывается, сквозь канал проходят только нейтральные молекулы воды, а заряженные частицы не пропускаются электрическим полем аквапорина, благодаря особой конфигурации атомов в его молекуле.

В 70-х годах 20-го века было доказано существование «ионных фильтров» - высокоспециализированных клеточных каналов, пропускающих только определенный вид заряженных частиц, но их структура и механизм действия долгое время оставались невыясненными. В 1998 году профессор из США Родерик Маккиннон выяснил, что ион может войти в канал и выйти из него только, **будучи окруженным молекулами воды**. Они как бы передают ион из внешней среды в канал. Например, если расстояние от иона калия до атома кислорода в окружающих его молекулах воды такое же, как расстояние от этого иона до атомов кислорода в клеточном канале, то ион легко отрывается от воды и входит в канал. Ион натрия меньше иона калия. Расстояние до кислорода, входящего в состав водной молекулы тоже меньше, поэтому сила электрического притяжения иона натрия к окружающим молекулам воды больше, чем сила притяжения к стенкам канала. Вот почему натрий в этот канал пройти не сможет. Для него в клетках имеется другая система транспорта. Точно также и для других ионов. Насколько это важно для понимания работы систем регуляции клетки свидетельствует тот факт, что за эти открытия ученые удостоены в этом году Нобелевской премии.

Мы не исключаем, что молекулы тяжелой воды могут оказывать влияние на такие системы. В качестве подтверждения этому можно привести данные, полученные микробиологом Г. Шомлаи при исследовании изменения рН внутриклеточной и внешней среды, обедненной дейтерием (слайд 7).

**Изменение рН во времени внешнего питательного раствора, подготовленного на дистиллированной воде (40 см<sup>3</sup>), содержащей 150 ppm и 87 ppm дейтерия, вызванное неповрежденными листьями *Elodea* (20 штук) в присутствии света при 22 °С.**



Из этих данных видно, что система транспорта ионов водорода реагирует на снижение содержания дейтерия во внешней среде. Учитывая, что, согласно последним данным, процесс деления клетки запускается через изменение pH внутриклеточной среды, можно говорить о **принципиальной возможности регулирования процессов деления через изменение содержания дейтерия во внешней среде.**

Если рассматривать дейтерий как микроэлемент, входящий в состав не только воды, но важнейших органических соединений, то по значимости его можно поставить на одно из первых мест, если не на первое место. Среди других элементов в организме человека D оказывается сразу за натрием. Его содержание в плазме крови в 4 раза больше, чем калия, в 6 раз больше, чем кальция, в 10 раз больше, чем магния и намного больше содержания таких важнейших микроэлементов, как фтор, железо, йод, медь, марганец и кобальт (слайд 8).

### Микроэлементы в плазме крови, (ммоль/л):

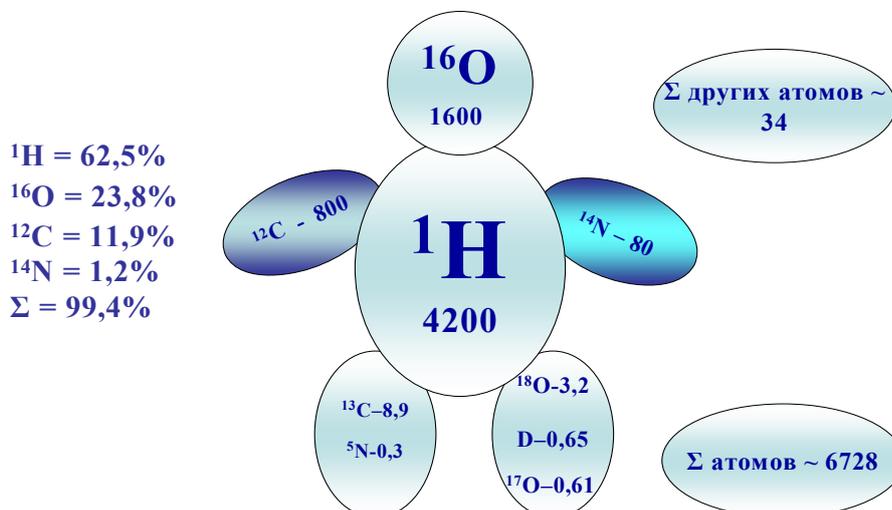
$\text{Na}^+ = 130 \div 156$	$\text{F}^- = 0,37$
$\text{Br}^- = 17$	$\text{Cu}^{2+} = 0,071 \div 0,074$
$\text{D}^+ = 16$	$\text{Fe}^{2+} = 0,012 \div 0,032$
$\text{K}^+ = 3,4 \div 3,5$	$\text{J}^- = 0,000275 \div 0,00063$
$\text{Ca}^{2+} = 2,3 \div 2,75$	$\text{Mn}^{2+} = 0,00007 \div 0,0004$
$\text{Mg}^{2+} = 0,7 \div 1,2$	$\text{Co}^{2+} = 0,00002 \div 0,0006$



Исходя из природных вариаций дейтерия, можно предположить, что содержание дейтерия в организме человека может варьировать в достаточно широком диапазоне от 9 до 16 ммоль/л - даже, если считать, что в течение жизни он не накапливается в организме, благодаря реакциям изотопного обмена. Хотя это, по-видимому, не так. Так, по данным Лобышева В.Н. [1], в плазме крови человека концентрация дейтерия выше, чем в принимаемой им питьевой воде. Это означает, что в плазме содержание дейтерия больше 16 ммоль/л.

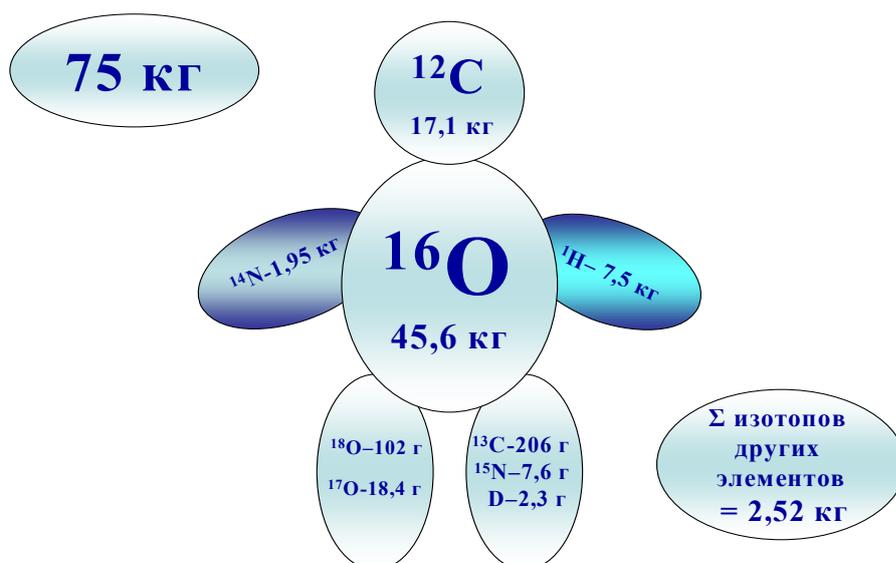
Поскольку водород входит в состав не только воды но и макромолекул, из которых состоят белки жиры и углеводы, можно уверенно предположить, что эти колебания не могут оставаться незамеченными организмом. Тем более, что по числу атомов в теле человека водород уверенно занимает первое место (слайд 9),

### **Изотопный состав человека по числу атомов образующих его тело элементов (единица – число атомов x 10<sup>24</sup>)**



хотя по весу он только третий (слайд 10).

### ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ЧЕЛОВЕКА



Здесь я хотел бы обратить ваше внимание еще на один факт. Наш организм более чем на 99% состоит из четырех легких изотопов, которых подавляющее большинство в природе. Конечно же, это не случайно. Живые организмы на Земле «настроены» на работу, преимущественно, с легкими атомами биогенных элементов, поскольку их в природе подавляющее большинство. Например, человек на 99,4% построен из четырех легких атомов  $^{12}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$ , H,  $^{14}\text{N}$ . Пока организм молодой и все его системы работают в «штатном режиме» более тяжелые атомы, в первую очередь O-18 и D, практически не мешают его работе, хотя, безусловно, могут вызывать какие-то сбои в работе тонко настроенных систем организма. Однако, благодаря эффективно работающим защитным силам, организм успешно справляется с возникающими дефектами.

Совсем другое дело, когда в результате старения, стрессов, продолжительной болезни и неблагоприятных внешних воздействий защитные силы организма ослабевают, тогда любая дополнительная помеха может сыграть свою отрицательную роль и вызвать сбои в работе важнейших систем организма.

В ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем» РАН был проведен уникальный 240-суточный эксперимент по изучению изменений изотопного состава биогенных химических элементов в организме человека в условиях длительной изоляции в гермообъекте. Оказалось, что в условиях сильного стресса и неблагоприятных внешних воздействий наш организм, в первую очередь, «избавляется» от тяжелых изотопов, в том числе дейтерия и кислорода-18. Так, например, (слайд 11)

#### Фракционирование изотопов в организме человека в условиях длительной изоляции в гермообъекте

Изотоп	Природное соотношение	В моче испытуемых
$^{56}\text{Fe}$	91,66	34,23
$^{57}\text{Fe}$	2,19	36,7
$^{58}\text{Fe}$	0,33	13,15
$^{40}\text{Ca}$	96,97	50,9
$^{46}\text{Ca}$	0,003	2,78
$^{48}\text{Ca}$	0,19	2,53

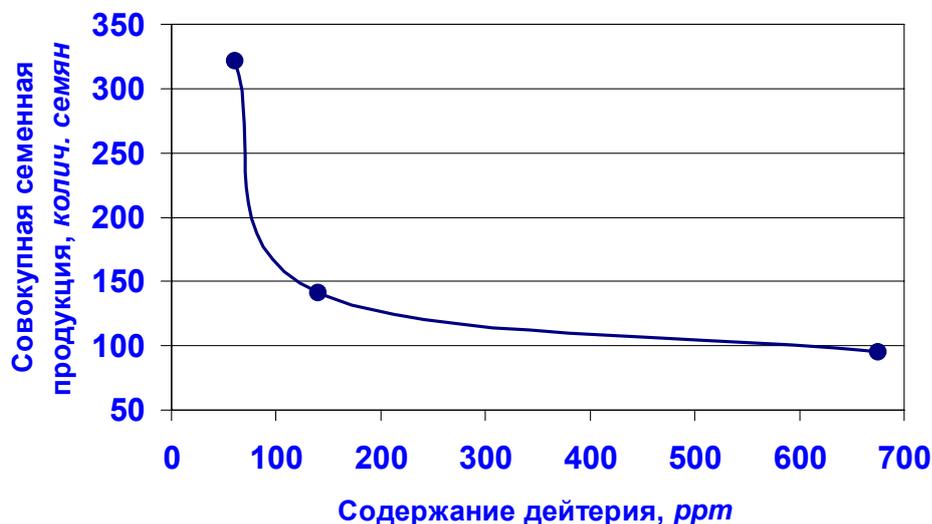
распределение изотопов железа (одного из важнейших биогенных элементов) в моче участников эксперимента составляло (в %):  $^{56}\text{Fe}$  (34,23) –  $^{57}\text{Fe}$  (36,76) –  $^{58}\text{Fe}$  (13,15), в то время как природное распределение изотопов железа  $^{56}\text{Fe}$  (91,66) –  $^{57}\text{Fe}$  (2,19) –  $^{58}\text{Fe}$  (0,33). Из приведенных данных следует, что содержание тяжелых изотопов железа, выведенных из организма, превышает природное содержание в 18 раз – для  $^{57}\text{Fe}$  и в 40 раз – для  $^{58}\text{Fe}$ . Такая закономерность была отмечена и для кальция, магния, меди и кремния.

**Можно предположить, что для повышения жизненных сил и мобилизации их на борьбу с неблагоприятными внешними воздействиями, нам необходимо очищать организм от тяжелых изотопов биогенных элементов так же, как мы очищаем его от химических шлаков.**

Теперь, я надеюсь, понятно, почему очистка воды от дейтерия, а через нее и жидкостей организма человека, в последнее время привлекает внимание все большего числа исследователей. (Напомню, что на прошлой конференции профессором Ю.Е. Синяком уже был представлен доклад по легкой воде.) Далее я расскажу о наиболее интересных свойствах легкой воды и наших последних результатах.

**Биологическая активность легкой воды.** По данным Варнавского И.Н. [4], вода с содержанием дейтерия на уровне 130÷135 ppm увеличивает как всхожесть, так и скорость роста проростков семян бобовых, подсолнечника и пшеницы, превосходя по своему действию такие известные стимуляторы роста растений как фумар и фумарин. Отвары на такой воде, полученные из лекарственного растительного сырья, по своей биологической активности в 1,5 раза превосходят отвары на обычном дистилляте [4]. На рис.1 представлены достаточно показательные результаты по культивированию растения *Arabidopsis thaliana* в воде с различным содержанием дейтерия: тестировалась как более легкая, так и более тяжелая, чем обычная, вода [2] - (слайд 12).

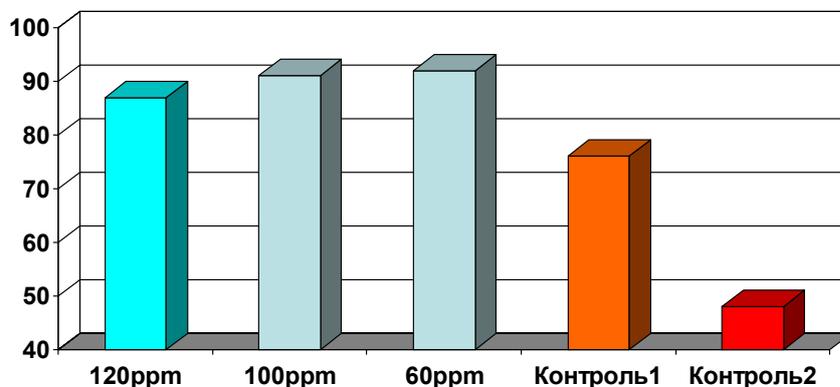
### Культивирование растения *Arabidopsis thaliana* в воде с различным содержанием дейтерия



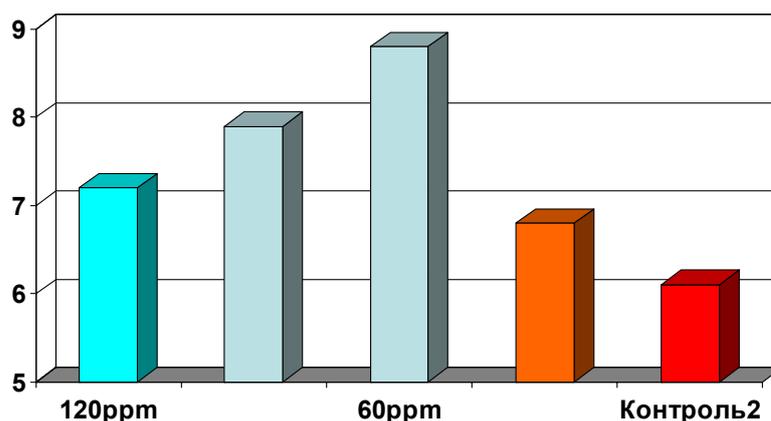
Здесь наибольший интерес привлекает тот факт, что уменьшение содержания дейтерия, по отношению к обычному уровню, всего на 90 ppm вызывает гораздо больший эффект, чем увеличение концентрации дейтерия более, чем на 500 ppm. Хорошо известно также, что в области высоких концентраций дейтерия в воде наблюдаемые на различных растениях эффекты еще меньше. Тем не менее, полученные авторами [2] результаты хорошо коррелируют с данными Г.Шомлаи [6] в области повышенных, по отношению к природной воде, концентраций дейтерия и с нашими данными в области более низких концентраций дейтерия в воде (см. ниже).

### Биотестирование воды «Лангвей» на проростках овса

Всхожесть семян, %



Длина проростков, см



мы проводили в соответствии с методикой, описанной в [8]. Обнаружено, что вода с пониженным содержанием тяжелых изотопов оказывает стимулирующее действие на корневую систему семян овса. Длина проростков в легкой воде составляла 118÷144% по отношению к дистиллированной воде (контроль 1) и 131÷157% по отношению к московской водопроводной дехлорированной воде (контроль 2). Концентрацию дейтерия в исследуемой воде изменяли от 100 до 60 ppm. В легкой воде отмечен и более высокий процент всхожести семян: по отношению к контролю 1 – на 15÷20%, по отношению к контролю 2 – на 80÷110%.

Биотестирование с использованием клеточного тест-объекта – гранулированной спермы быка (слайд 15) проводилось в НИИ физико-химической медицины [9], в соответствии с методикой [10]. В основе метода лежит анализ зависимости показателя подвижности суспензии сперматозоидов от времени и определение степени подавления (или, наоборот, стимулирования) их подвижности под воздействием исследуемой воды. Оценка показателя подвижности осуществляется путем автоматического подсчета числа флуктуаций интенсивности рассеянного излучения, проходящего через оптический зонд. Результаты измерений автоматически выдаются в виде индексов токсичности:

$$T_T = t^o_{cp} / t^k_{cp} \cdot 100, \%$$

где  $t^o_{cp}$  и  $t^k_{cp}$  – среднее арифметическое значение среднего времени подвижности для опытного и контрольного образцов соответственно.

### Индексы токсичности различных образцов воды

Вода	1	2	3	4	5	6	7
Индекс токсичности, %	70±5	100±5	118±5	120±5	130±5	145±5	155±5

где 1 – московская водопроводная дехлорированная вода; 2 – бидистиллят; 3 – вода 1-го аналитического класса; 4, 5, 6, 7 – питьевая вода «Лангвей-100» с остаточным содержанием дейтерия 120, 100, 80 и 60 ppm соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что очистка питьевой воды от дейтерия позволяет увеличить среднее время подвижности сперматозоидов по отношению к контрольной среде, причем при остаточном содержании дейтерия в воде меньше 100 ppm можно говорить о достоверном стимулирующем действии такой очистки на исследуемый тест-объект.

**Радиопротекторные свойства легкой воды** впервые обнаружены Варнавским И.Н. в экспериментах на *Drosophila melanogaster* [4]. В более поздней работе [11] радиопротекторное действие легкой воды было зарегистрировано при облучении мышей с использованием кобальтовой пушки. Выживаемость животных опытной группы, принимавших легкую воду (30ppm) в течение 15 дней перед облучением, оказалась в 2,5 раза выше, чем в контрольной группе (доза облучения 850 R). При этом было обнаружено, что у выживших мышей опытной группы количество лейкоцитов и эритроцитов осталось в пределах нормы, в то время как в контрольной группе оно значительно сократилось. По данным [6], использование легкой воды больными раком во время или после сеансов лучевой терапии позволяет улучшить состав крови, остановить выпадение волос и снять приступы тошноты после сеансов.

**Иммуномоделирующие свойства легкой воды** обнаружены в экспериментах с искусственно вызванными воспалениями и экспериментальными инфекциями у лабораторных животных с ослабленным иммунитетом [11] и в экспериментах на *Drosophila melanogaster* [4].

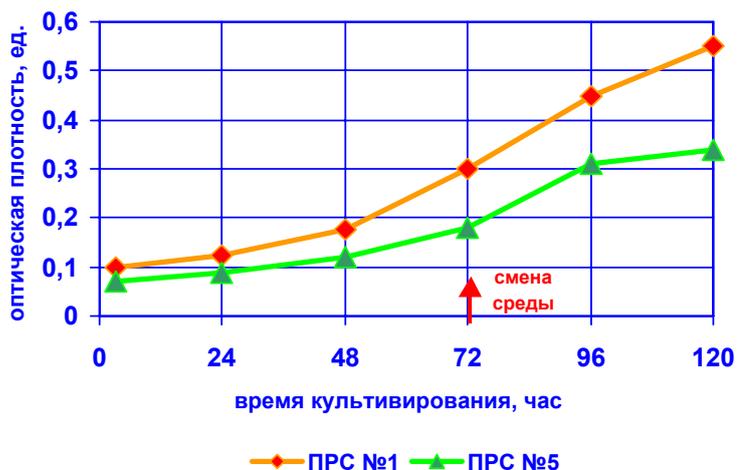
**Противоопухолевые свойства легкой воды** впервые были обнаружены в 1993 году венгерским микробиологом Г.Шомлаи [12]. В ходе дальнейших экспериментов было установлено [6], что:

- 1) в среде с более низким, чем природное, содержанием дейтерия деление опухолевых клеток MCF-7 (аденокарцинома молочных желез) начинается с задержкой на 5-10 часов;
- 2) почти у 60% мышей с подавленным иммунитетом и пересаженными грудными человеческими опухолями MDA и MCF-7 прием легкой воды (30 ppm) вызвал полную регрессию опухолей;
- 3) у мышей с пересаженными опухолями PC-3 (человеческая опухоль простаты) прием легкой воды (90 ppm) позволил увеличить уровень выживаемости на 40%, при этом соотношение числа делящихся клеток к погибшим в опухолях животных опытной группы составляло 1,5:3, а контрольной группе - 3,6:1.

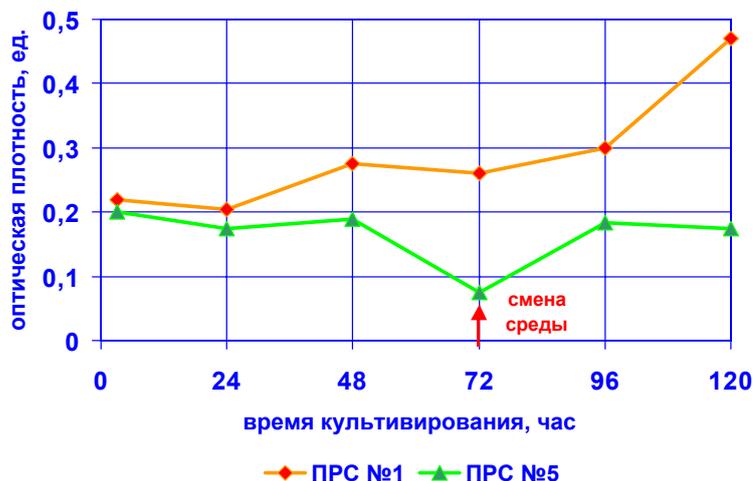
Исследования легкой воды в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. Герцена П.А. (in vitro) и НИИ Канцерогенеза Российского Онкологического Научного центра им. Н.Н. Блохина РАМН (in vivo) (совместно с Государственным научным центром РФ «Институт медико-биологических проблем») подтвердили тормозящие эффекты легкой воды на процессы размножения опухолевых клеток и рост опухолей [5,13].

Ниже представлены результаты влияния воды, очищенной от дейтерия, на рост опухолевых клеток трех перевивных линий человека – аденокарциномы молочных желез MCF-7, меланомы SK.MEL-28 и эпидермоидного рака гортани HEP-2, полученные профессором Сергеевой Н.С. и к.б.н. Свиридовой И.С. (МНИОИ им. Герцена П.А.) Содержание дейтерия в ростовых средах изменялось в пределах от 140 до 60 ppm (содержание дейтерия в природной воде Московского региона – 140-150 ppm).

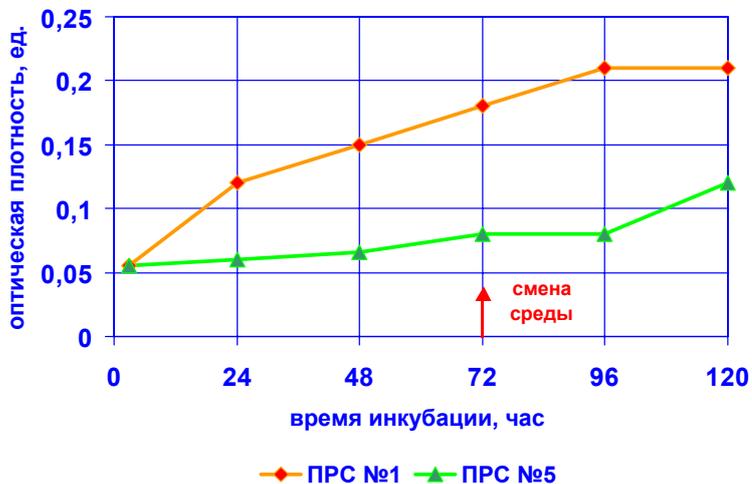
Нарастание численности популяции клеток линии MCF-7 в средах культивирования с содержанием дейтерия 140ppm (№1) и 60 ppm (№5) в динамике эксперимента. МТТ-тест.



Нарастание численности популяции клеток линии SKMe1-28 в средах культивирования с содержанием дейтерия 140ppm (№1) и 60 ppm (№5) в динамике эксперимента. МТТ-тест.

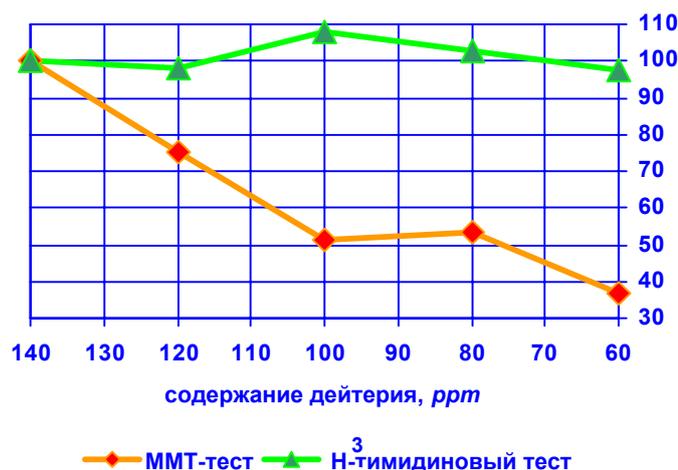


Нарастание численности популяции клеток линии Her-2 в средах культивирования с содержанием дейтерия 140 ppm (№1) и 60 ppm (№5) в динамике эксперимента. МТТ-тест.



Жизнеспособность опухолевых клеток при длительном культивировании (3-120 часов) в средах с разной концентрацией дейтерия оценивали с помощью стандартных МТТ-теста и <sup>3</sup>Н-тимидинового теста. При этом в каждом конкретном случае, для каждой концентрации дейтерия и времени культивирования вычисляли величину клеточного пула (по отношению к контролю – полной ростовой среде со стандартным содержанием дейтерия – 140 ppm). Оптическую плотность спиртового раствора формазана оценивали на спектрофотометре МСС-340 (Швеция) при длине волны 540 нм. Учет связанной радиоактивности в <sup>3</sup>Н-тимидиновом тесте производили на счетчике Microbeta Plus 1450. Как известно, МТТ-тест характеризует жизнеспособность опухолевых клеток, а <sup>3</sup>Н-тимидиновый тест характеризует синтетическую активность ДНК в них.

**Влияние содержания дейтерия в культуральной среде на величину клеточного пула (МТТ-тест) и синтетическую активность ДНК (<sup>3</sup>Н-тимидиновый тест). Линия SKMeI-28.**



Здесь я хотел бы обратить внимание на следующие факты:

- 1) исследуемые опухолевые клетки оказались чувствительными к дефициту дейтерия в среде;
- 2) опухолевые клетки различных линий по-разному реагируют на дефицит дейтерия в питательной среде;
- 3) по данным МТТ-теста, наибольшее подавление роста клеток (70%) отмечено для линии SK.MEL-28 наименьшее (30%) для линии MCF-7;
- 4) изменения процессов метаболизма в опухолевых клетках, тестируемые <sup>3</sup>Н-тимидиновым и МТТ-тестами, развивались в ряде экспериментов разнонаправлено;
- 5) отмечена временная и дозовая зависимость изменения клеточного пула при культивировании опухолевых клеток в средах со сниженным содержанием дейтерия.

Анализ полученных результатов позволяет высказать предположение о том, что изменение содержания дейтерия во внеклеточной воде оказывает влияние на активный транспорт ионов в клетку (в первую очередь ионов водорода) и из нее. Для опухолевых клеток этот эффект тем существенней, чем ниже концентрация дейтерия в ростовой среде. Высокая скорость деления опухолевых клеток не дает им возможности адаптироваться к дефициту дейтерия во внеклеточной воде. Это, вероятно, нарушает тонкие «настройки» высокочувствительных систем раковых клеток, что и приводит, в конечном счете, к их гибели.

В ходе клинических испытаний легкой воды, проведенных в 1994-2001 г.г. в Венгрии, было показано [6], что:

- уровень выживаемости больных, употреблявших легкую воду в сочетании с традиционными методами лечения или после них значительно выше, чем у больных, использовавших только химио- или лучевую терапию. По данным Г.Шомлаи, уровень выживаемости больных раком молочной железы 4-ой стадии, употреблявших в ходе

стандартного лечения легкую воду, оказался через два года в 3 раза выше, чем у больных, использовавших только традиционные методы лечения;

- использование легкой воды во время или после сеансов химиотерапии позволяет частично или полностью убрать иммунодепрессивный эффект цитостатика, уменьшить или полностью снять побочные неблагоприятные эффекты применения химиопрепаратов.

При этом во всех случаях было отмечено значительное увеличение продолжительности и улучшение качества жизни больных. Полученные результаты настолько необычны и неожиданны, что вызывают у многих недоверие. **Если вести речь о регистрации нового противоопухолевого препарата, то, безусловно, они требуют тщательной проверки в ходе полномасштабных клинических испытаний. Но не обращать на них внимания было бы более, чем неразумно.**

В этой связи, хочу рассказать о фактах, которые меня поразили. В 1971 году Ричард Никсон подписал «Национальный акт о раке». Это национальная Программа по борьбе с раком была рассчитана на 20 лет. Ежегодно в течение 20 лет 35 млрд. долларов расходовалось на лечение больных раком и 24 млрд. долларов – на НИР. Теперь о результатах. Основной результат этих усилий – 5-летнее выживание больных раком увеличилось на 4%. А общая смертность от рака в США за эти же годы выросла на 7%. Конечно, были и успехи. Так, детская смертность от рака уменьшилась в 2 раза, хорошие результаты получены при лечении рака яичек и ряда других опухолевых заболеваний. Но эти локальные успехи очень слабо отразилось на общих неутешительных показателях.

А теперь второй факт. В штате Юта, благодаря ограничениям религии мормонов (мало курильщиков и людей, употребляющих кофе и алкоголь) заболеваемость раком в 2 раза ниже, чем в среднем по США. Иными словами, за один шаг (отказ от курения и алкоголя) можно добиться гораздо большего, чем в результате огромных усилий, направленных на борьбу с болезнью. Все мы знаем, что поддержание состояния равновесия требует гораздо меньших усилий, чем возврат к нему. Наверное, поэтому большая часть бюджета НИР по раку уже сейчас направляется на исследования способов предупреждения болезни.

Легкая вода в этом смысле может оказаться, действительно, чрезвычайно полезной. Неслучайно поэтому в США и некоторых странах Европы зарегистрирована и уже продается питьевая вода с содержанием дейтерия 105 ppm (**в качестве профилактического противоопухолевого средства**). Кроме того, очевидно, что это наиболее простой способ внедрения легкой воды в нашу повседневную жизнь.

**Легкая питьевая вода.** Ниже представлены результаты испытаний легкой питьевой воды, выпускаемой нашей фирмой. Она прошла все необходимые испытания, получила соответствующие разрешения и зарегистрирована как легкая питьевая вода «Лангвей-100». Содержание дейтерия в ней не превышает 100 ppm, а содержание кислорода-18 - снижено на 10%. **По всем другим показателям вода соответствует питьевой воде высшей категории качества гидрокарбонатного класса.**

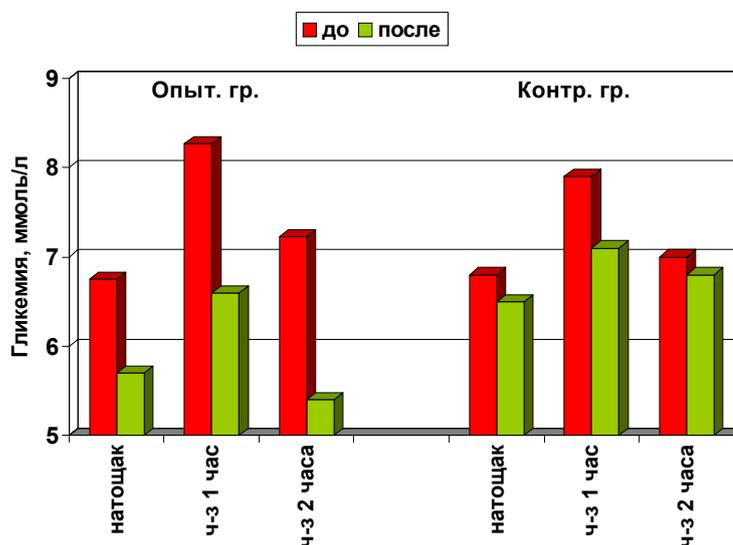
Питьевая вода – это сложный по своей структуре и составу продукт, оказывающий полифизиологическое действие на организм человека [8]. В этой связи важно было оценить, какое влияние на организм окажет очистка питьевой воды от тяжелых молекул при сохранении всех других компонентов воды на регламентируемых гигиеническими нормативами уровнях. Учитывая роль воды в организме, известные изотопные эффекты тяжелой воды, и результаты, полученные по легкой воде, можно было ожидать, что наибольший эффект такая очистка может оказать на свойства биологических мембран, регуляторные системы и энергетический аппарат живой клетки. Хорошо известно, например, что под влиянием тяжелой воды ингибируется иницируемый глюкозой выход инсулина из ткани поджелудочной железы и островков Лангерганса, уменьшается скорость поглощения кислорода митохондриями клеток [1]. Вообще говоря, очень трудно выделить реакцию какой-либо системы организма на отдельное конкретное воздействие, учитывая сложнейший характер взаимодействия различных систем организма, их зависимость от множества параметров и состояния организма. Более просто оценить воздействие препарата на организм в целом, например, через общепринятые количественные показатели, такие как АД, содержание сахара в крови и т.п.

Для изучения влияния легкой питьевой воды на организм человека в отделе эндокринологии РНЦ восстановительной медицины и курортологии МЗ РФ были проведены клинические испытания легкой питьевой воды «Лангвей-100». В испытаниях участвовали 50 пациентов, больных сахарным диабетом (СД) I и II типа, и 40 пациентов с различными проявлениями метаболического синдрома.

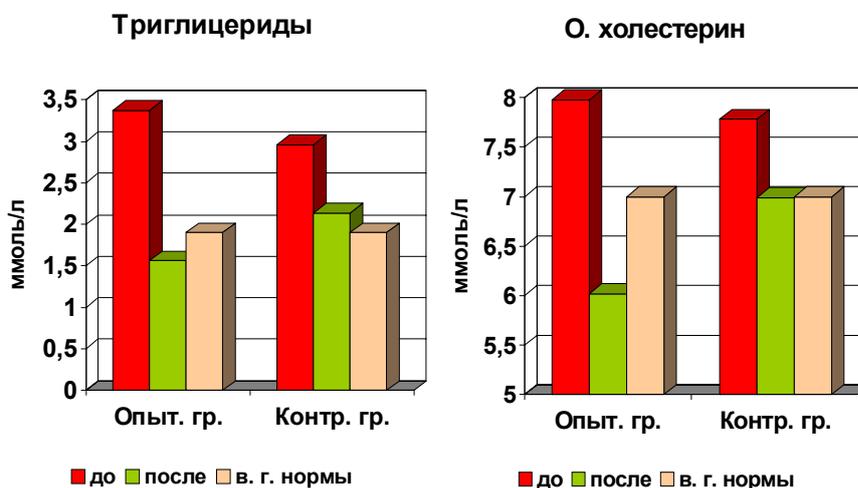
Клинические испытания проводились в рамках простого слепого исследования, где в качестве плацебо использовалась питьевая вода «Софринская», близкая по солевому и микроэлементному составу к испытываемой воде. Вся вода давалась больным в одинаковой упаковке без этикеток. В опытных группах пациенты получали базовую терапию и легкую воду «Лангвей-100» (1 литр в сутки), в контрольных – базовую терапию и воду плацебо.

**В ходе испытаний воды на больных с различными проявлениями метаболического синдрома** [14] было обнаружено, что исследуемая вода оказывает достоверное гипогликемическое, гиполипидимическое и гипотензивное действие на организм обследованных больных. Это означает, что вода с пониженным, по отношению к природному уровню, содержанием дейтерия и кислорода-18 оказывает воздействие, в первую очередь, на обменные процессы.

**Динамика показателей гликемической кривой до и после курса приема воды (больные с различными проявлениями метаболического синдрома)**

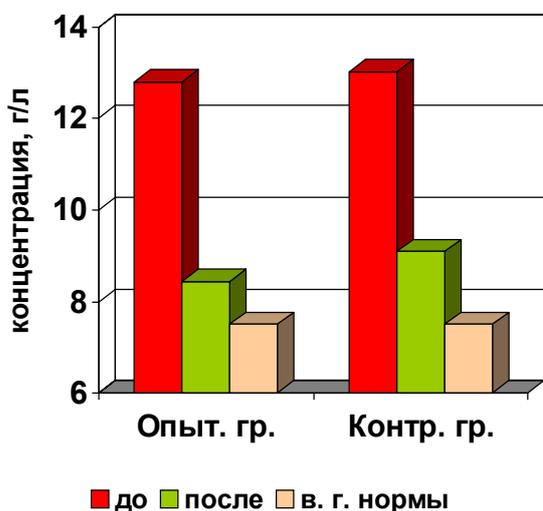


**Динамика показателей липидного обмена до и после курса приема воды у больных метаболическим синдромом (опытная и контрольная группы)**

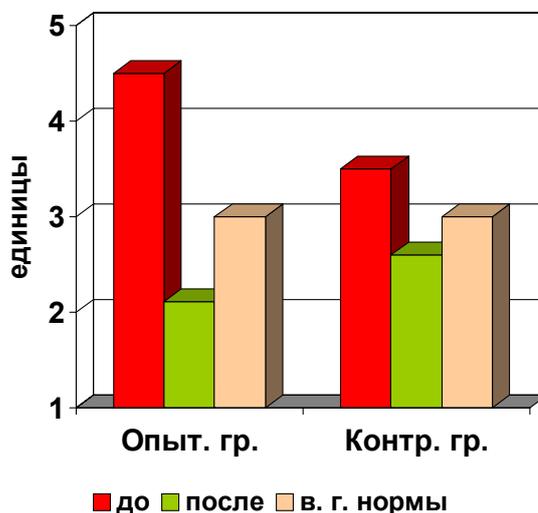


**Динамика показателей липидного обмена до и после курса приема воды у больных метаболическим синдромом (опытная и контрольная группы)**

**$\beta$  - липопротеиды**

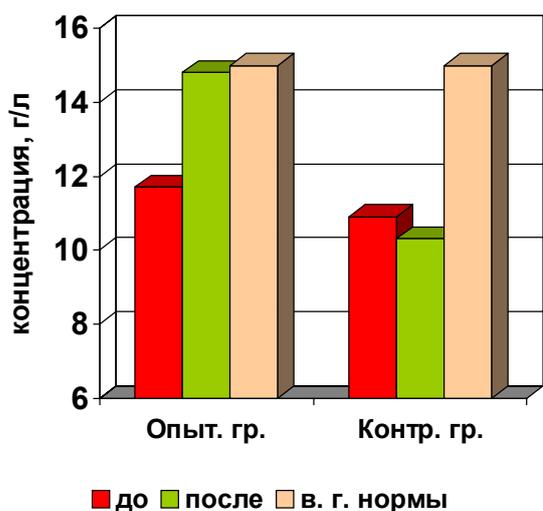


**Коэф. атерогенности**

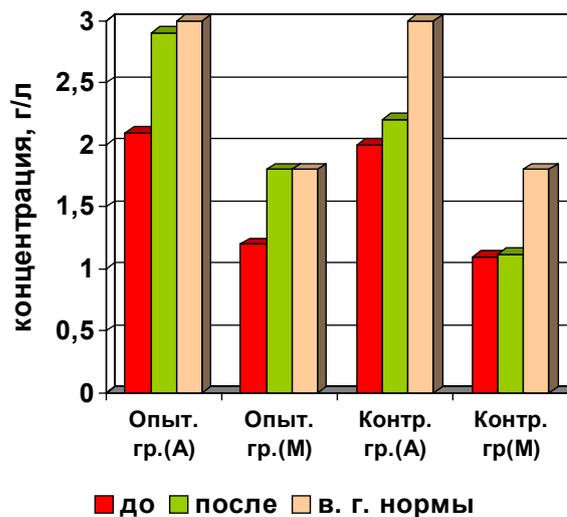


**Динамика показателей иммунограммы до и после курса приема воды (опытная и контрольная группа)**

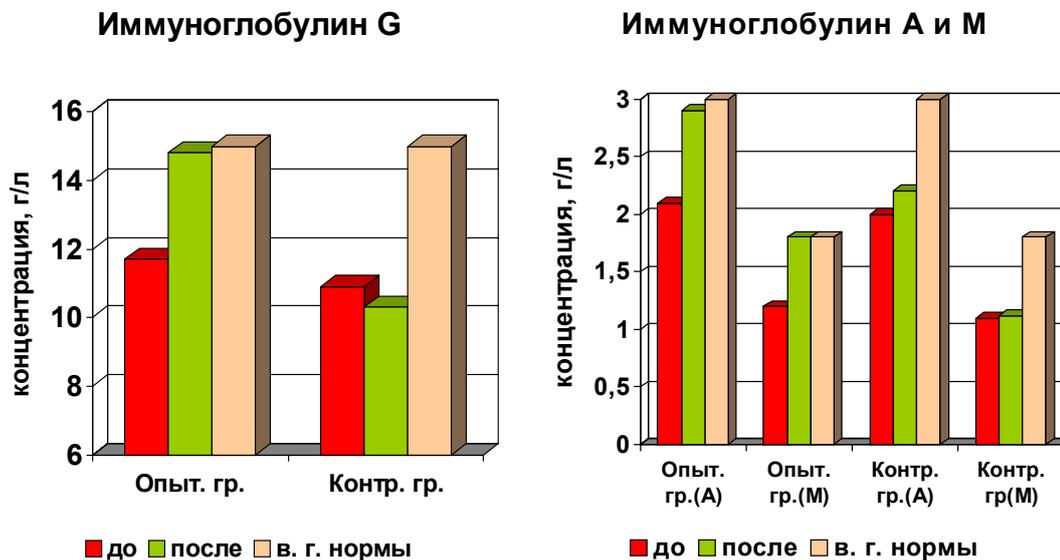
**Иммуноглобулин G**



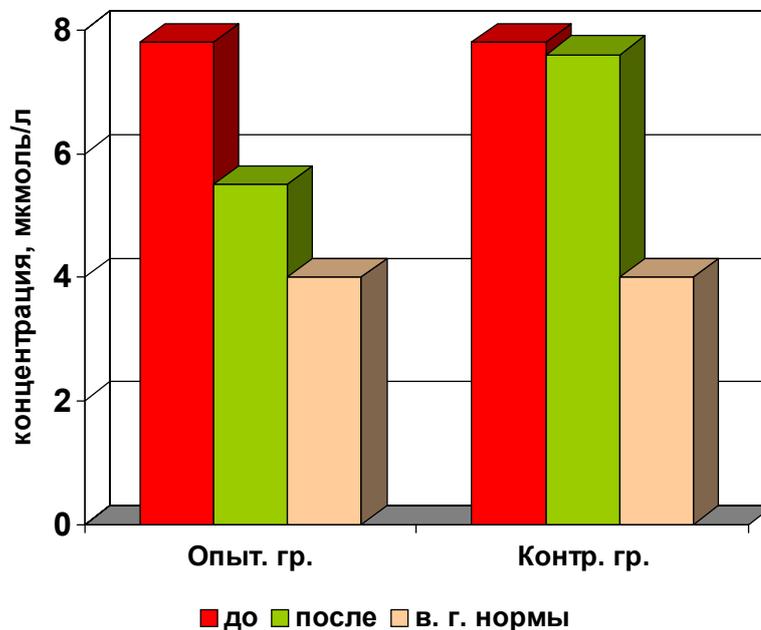
**Иммуноглобулин А и М**



## Динамика показателей иммунограммы до и после курса приема воды (опытная и контрольная группа)



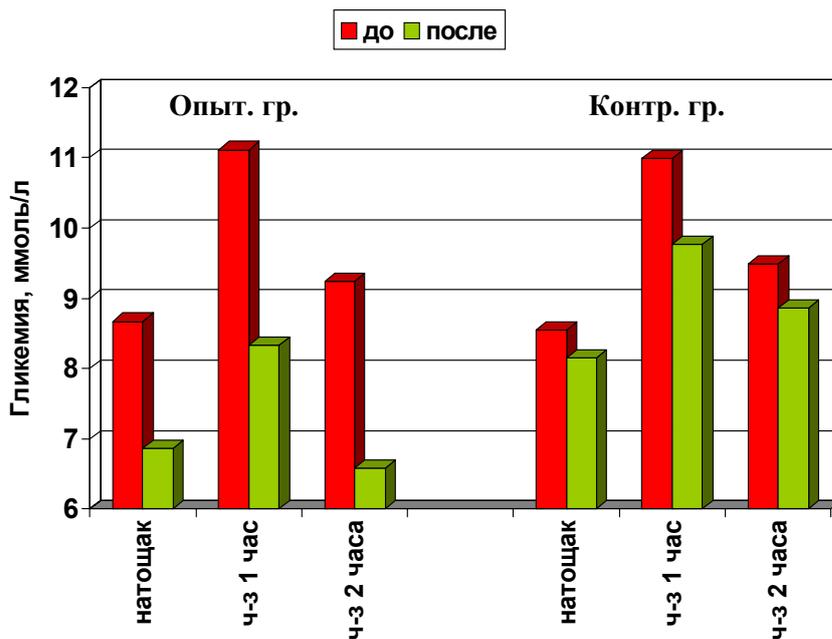
## Изменения концентрации малонового диальдегида до и после курса приема воды (опытная и контрольная группа)



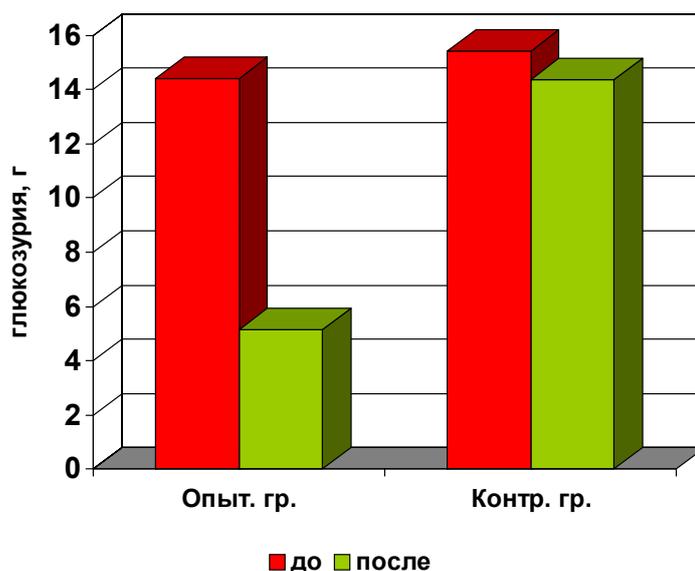
Исходно, у 34 (85%) больных было выявлено повышение концентрации конечного продукта перекисного окисления липидов – малонового диальдегида. В среднем эта величина составляла 7,8 мкмоль, что больше нормы более, чем на 47%. После курса приема легкой воды концентрация малонового диальдегида снизилась в среднем на 18%, причем у 40% больных опытной группы содержание малонового диальдегида уменьшилось до верхней границы нормальных значений. Полученные результаты могут свидетельствовать об антиоксидантном действии легкой воды.

**Влияние легкой питьевой воды «Лангвей-100» на больных СД II типа.** Исходно, у обследованных больных было выявлено увеличение всех показателей гликемической кривой и суточной глюкозурии. В группе, принимавшей легкую воду, достоверно снизились все показатели гликемической кривой (натощак, через 1 час и через 2 часа после завтрака), а также суточная глюкозурия (почти в 3 раза). В группе контроля достоверного значимого изменения показателей углеводного обмена не выявлено. Исходно, 76% больных имели различные нарушения липидного обмена. После курса приема легкой воды отмечено достоверное снижение  $\beta$ -липопротеидов и коэффициента атерогенности. Наметилась тенденция к снижению исходно повышенного уровня триглицеридов.

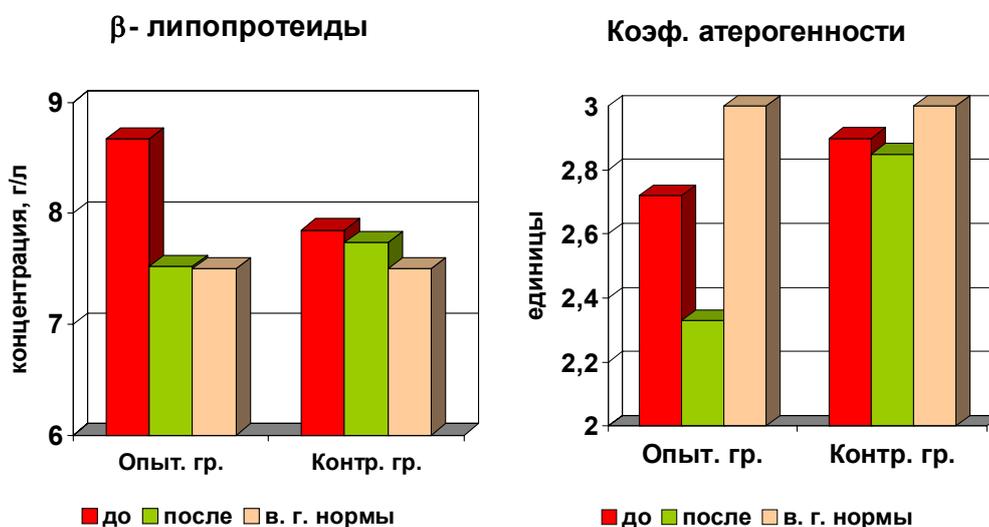
### Динамика показателей углеводного обмена у больных СД 2-го типа до и после курса приема воды



### Суточная глюкозурия



## Динамика показателей липидного обмена у больных СД 2-го типа до и после курса приема воды



После курса приема воды плацебо достоверной динамики изучаемых показателей липидограммы не отмечено. Исходно, у обследованных больных имело место напряжение и срыв в системе протеиназы – ингибиторы. После курса приема легкой воды у больных отмечалось достоверное увеличение функциональной активности нейтрофилов по спонтанному НСТ – тесту и увеличение активности основного ингибитора эластазы (в пределах нормальных значений). Активность ингибитора эластазы ( $\alpha_2$  – МГ) колебалась в пределах контрольных величин, но индивидуальный анализ каждого больного показал, что при исходно повышенной активности этого ингибитора отмечалось его снижение, а при исходно сниженной – наоборот. Таким образом, можно говорить о нормализующем действии легкой воды на активность основного ингибитора эластазы.

**Влияние легкой питьевой воды «Лангвей-100» на больных СД I** типа имело менее выраженный характер, чем в случае больных СД II типа. Тем не менее, после курса приема легкой воды у обследуемых больных отмечено снижение уровня активных форм кислорода и коэффициента деструкции, нормализация уровня активности ингибитора эластазы ( $\alpha_2$ -МГ). Нормализовалась также сосудистая проницаемость, что указывает на стабилизацию клеточных и лизосомальных мембран. Обнаруженные эффекты легкой питьевой воды на организм больных СД могут быть обусловлены ее влиянием на механизм генерации активных форм кислорода и не связаны с инактивацией уже образовавшихся свободных радикалов.

Основное действие, оказываемое легкой питьевой водой на человеческий организм, – постепенное снижение содержания дейтерия в жидкостях тела. **Анализ полученных результатов позволяет говорить о том, что очистка воды организма от тяжелой воды с помощью легкой питьевой воды позволяет улучшить работу важнейших систем организма.**

Дважды лауреат Нобелевской премии Лайнус Полинг сказал: «Оптимальное питание – это медицина будущего». С помощью правильного питания можно очистить свой организм от шлаков, токсинов, радионуклидов и тяжелых металлов, можно предотвратить многие болезни, даже те, которые трудно поддаются лечению официальной медициной. Причем это будет воздействие не только на какую-либо одну конкретную болезнь, а практически на весь организм. Это в полной мере относится и к питьевой воде.

Как быстро происходит очистка организма с помощью легкой воды? Это зависит от массы тела и, соответственно, количества воды в организме, количества ежедневно

выпиваемой легкой воды и степени ее очистки от дейтерия. Ниже в таблице приведены результаты наших расчетов изменения содержания дейтерия в организме при регулярном потреблении легкой воды с различным остаточным содержанием дейтерия.

**Таблица 1**  
**Изменение содержание дейтерия в организме со временем при**  
**регулярном потреблении легкой воды**

Количество дней	Остаточное содержание дейтерия в воде		
	60ppm	100ppm	100ppm
	Суточное потребление, л.		
	1	1	1,5
1	148,1	148,9	148,4
2	146,3	147,9	146,9
7	139,5	143,6	140,55
14	131,46	138,3	134,07
21	125,96	135,68	129,6
28	122,2	133,9	126,6
35	119,6	132,66	124,52
45	117,3	131,55	122,63

Расчет проведен, исходя из следующих данных:

- суточное потребление легкой воды - 1 или 1,5 литра;
- суточный водообмен (постоянный) - 2,5 литра;
- содержание дейтерия в организме соответствует его содержанию в природной воде ~ 150 ppm;
- объем воды в организме – 45 литров (масса тела ~ 75 кг).

Обнаруженные в последние годы свойства легкой воды позволяют, на наш взгляд, обоснованно говорить о хороших перспективах использования легкой воды в медицине, пищевой и атомной промышленности.

Закончить я хотел бы словами Нобелевского лауреата 1996 года в области медицины американского ученого Рольфа Мартина Зинкернагеля, считающего самой главной медицинской проблемой нашего времени «человеческую глупость»: «Если бы мы питались разумно и сбалансированно, не курили бы, были бы умеренными в употреблении алкогольных напитков и давали себе необходимые физические нагрузки, то могли бы избежать 60% болезней, которыми мы страдаем до достижения 60 лет».

#### Литература:

- [1] Лобышев В.Н., Калиниченко Л.П. Изотопные эффекты D<sub>2</sub>O в биологических системах. М.: Наука, 1978.
- [2] Сияк Ю.Е., Левинских М.А., Гайдадымов В.В., Гуськова Е.И., Сигналлова О.Б., Дерендяева Т.А.. Влияние воды с пониженным содержанием дейтерия на культивирование высших растений: Arabidopsis thaliana и Brassica rapa. Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях. Материалы Российской конференции. Москва, 2000 г., т. 2, с. 90.
- [3] Сияк Ю.Е., Григорьев А.И., Гайдадымов В.В., Медникова Е.И., Лебедева З.Н., Гуськова Е.И. Метод получения бездейтериевой воды и исследование ее влияния на физиологический статус японского перепела. Космическая биология и авиакосмическая медицина. Материалы XI конференции, 1998, т. II, с. 201.
- [4] Варнавский И.Н. Новая технология и установка для получения очищенной биологически активной целебной питьевой воды. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.:2000г.

- [5] Y.Sinyak, V. Turusov, A. Grigoriev, D. Zaridze, V. Gaidadimov, E. Antoshina, T. Gorkova, L. Truhanova. Possibility of deuterium free water using as Antitumoral means with reference to conditions of Martian expedition. COSPAR 02-A-01575 F.4.3-0016-02, "34th COSPAR Scientific Assembly – The Second World Space Congress", 2002.
- [6] G. Somlyai "The biological effect of deuterium depletion", Budapest, Akademiai Klado, 2002.
- [7] G. Somlyai and at "The biological effect of deuterium-depleted water. A possible new tool in cancer therapy" Anticancer Research International Journal , Volume 21. Number 3A, May-June 2001.
- [8] Вода – космическое явление. - Под ред. Рахманина Ю.А., Кондратова В.К. М.: РАЕН, 2002, 427 с.
- [9] Мартынов А.К., Артемкина И.В., Тимаков А.А., Москвичева Т.И. Оценка биологической активности воды с пониженным содержанием дейтерия. Материалы междисциплинарной конференции с международным участием «Новые биокibernетические и телемедицинские технологии XXI века», Петрозаводск, 23-25 июня 2003, с. 57
- [10] Методическое руководство по биотестированию воды РД 118-02-90, с. 73.
- [11] W.Bild and at "Research concerning the radioprotective and immunostimulating effects of deuterium-depleted water", Rom. J. Physiol., 1999.36, 3-4. p. 205-218.
- [12] G.Somlyai, G. Jancso at all, "Naturally occurring deuterium is essential for the normal growth rate of cells", FEBS Lett. 317, (1993), 1-4.
- [13] Сергеева Н.С., Свиридова И.С. Тимаков А.А.. Исследование влияния воды с пониженным содержанием дейтерия на рост перевивных культур опухолевых клеток человека в экспериментах *in vitro*.. Материалы междисциплинарной конференции с международным участием «Новые биокibernетические и телемедицинские технологии XXI века», Петрозаводск, 23- 25 июня 2003, с. 39
- [14] Турова Е.А., Головач А.В., Тимаков А.А., Акимов Б.К. Влияние воды с пониженным содержанием изотопов водорода и кислорода на больных метаболическим синдромом. Там же, с. 28.