

СЕМИНАР

«ЛИФТ В БУДУЩЕЕ»

21 МАРТА - 22 МАРТА 2015 Г.

**«Поверив в то, кем мы можем стать, мы определяем то, кем мы станем»**

**Мишель Монтень**

# ПРОГРАММА СЕМИНАРА

Суббота, 21 марта 2015г.

**10:00–10:15** Открытие семинара:

**10:15–11:45** Сессия:

**«Гены, клетки и биотехнологии»**

**КИСЕЛЕВ Сергей Львович,**

*доктор биологических наук, профессор лаборатории генетических основ  
клеточных технологий Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН.*

**11:45–12:15 Кофе-пауза**

**12:15–13:45** Сессия:

**«Гены, клетки и биотехнологии»**

**КИСЕЛЕВ Сергей Львович,**

*доктор биологических наук, профессор лаборатории генетических основ  
клеточных технологий Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН.*

**14:00–14:45 Обед**

**14:45–16:15** Сессия:

**«Математика и музыка – Эвересты русской  
цивилизации»**

**БЕРКОЛАЙКО Марк Зиновьевич**

*доктор физико-математических наук, профессор кафедры финансов и кредита  
Воронежского государственного университета*

**ХАРИТОН Семен Валерьевич**

*кандидат экономических наук, генеральный директор ОАО «Воронежпроект»*

**16:15–16:45 Кофе-пауза**

**16:45–18:15** Сессия:

**«Умение слышать!»**

**КАНДАУРОВА Ляля**

*музыкант, выпускница Московской консерватории и аспирантуры, журналист  
издания Seasons, ведущая авторского курса по истории классической музыки.*

Воскресенье, 22 марта 2015г.

- 10:00–11:30** Сессия:  
**«Удивительный Марс»**  
**СУРДИН Владимир Георгиевич,**  
*кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета МГУ, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (ГАИШ МГУ)*
- 11:30– 12:00** **Кофе-пауза**
- 12:30–14:00** Сессия:  
**«Верхом на комете»**  
**СУРДИН Владимир Георгиевич,**  
*кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета МГУ, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (ГАИШ МГУ)*
- 14:00– 14:40** **Обед**
- 14:40–16:10** Сессия:  
**«Тело как инструмент. Устройство. Инструкция к эксплуатации». Часть 1**  
**МЕЙЛИЦЕВА Марина Евсеевна**  
*врач высшей категории, невролог, вегетолог, специалист по пароксизмальным состояниям, врач-диетолог «Клиники доктора Волкова»*
- 16:10– 16:30** **Кофе-пауза**
- 16:30–18:00** Сессия:  
**«Тело как инструмент. Устройство. Инструкция к эксплуатации». Часть 2**  
**МЕЙЛИЦЕВА Марина Евсеевна**  
*врач высшей категории, невролог, вегетолог, специалист по пароксизмальным состояниям, врач-диетолог «Клиники доктора Волкова»*
- 18:00– 18:15** **Заккрытие семинара**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

*Глава из книги Сергея Капицы*

**Парадоксы роста 7**

**Все идет по плану: что нужно знать из прогнозов Рэя Курцвейла 22**

*Дирк Хелбинг*

**Информационная модель планеты 24**

**Некоторые новости науки 28**

*Сергей Киселев*

**Эмбриональные стволовые клетки человека 36**

*К лекции Марка Берколайко и Семена Харитона*

**Математика и музыка – Эвересты русской цивилизации 42**

*Марина Корсакова - Крейн*

**Эмоции в музыке: восприятие расстояний в тональном поле 46**

*Ляля Кандаурова*

**Роман с романсом 55**

*Олег Малков*

**Будущее астрономии – прогнозы и ожидания 59**

*Владимир Сурдин*

**Внеземные цивилизации 67**

*Иван Соболев*

**Собираемся на Луну 70**

*Иван Соболев*

**Луна: за границей ФКП 75**

*Глава из книги Дэвида Перлмуттера*

**Спокойной ночи, мозг 82**

*Марина Мейлицева*

**Будем здоровы 86**

**Музыкальное сопровождение**

**Эксперты**

## «Парадоксы роста». Главы из книги

**Сергей Петрович Капица (14.02.1928 -14.08.2012)**

советский и российский учёный-физик, просветитель, телеведущий, главный редактор журнала «В мире науки», вице-президент РАН.

С 1973 года бессменно вёл научно-популярную телепрограмму «Очевидное — невероятное».

Сын лауреата Нобелевской премии Петра Леонидовича Капицы.

### В поисках модели роста человечества

#### Введение

В основе исследования лежит количественное описание человечества как динамической системы. Ее рост и развитие обязано взаимодействию, охватывающему всех людей и возникшему с появлением человека, одаренного сознанием. Недаром еще Аристотель в начале своей «Метафизики» говорит, что «все люди от природы стремятся к знанию». Именно развитым сознанием, языком и культурой мы коренным образом отличаемся от животных, и потому нас в сто тысяч раз больше, чем соизмеримых с нами тварей: по существу этому вопросу и посвящены данные исследования процесса роста человечества.

Именно развитым сознанием, языком и культурой мы отличаемся от животных, и потому нас в сто тысяч раз больше.

Работа по данной проблематике привела к тому, что была предложена количественная модель нашего роста и развития. Однако тогда не было полной ясности, почему эта модель, математические средства которой очень просты, даже элементарны, оказалась столь содержательной и эффективной. Поэтому в данном очерке не только представлена модель роста человечества, но и показано, как полученные результаты поддерживаются представлениями антропологии и истории, как они соотносятся с выводами экономики и анализом устойчивости развития. Таким образом, изложение посвящено не столько выводу основных математических формул, сколько выяснению обстоятельств их соответствия действительности и представлениям других наук, в первую очередь общественных. Поэтому математическая часть дана в приложении.

Впервые к этому кругу вопросов обратился Томас Мальтус. Несмотря на то что юноша был студентом богословского факультета Кембриджского университета, он был хорошо образован математически. При посещении его мемориального кабинета в Колледже Иисуса в Кембриджском университете я обратил внимание, какое место там занимали сочинения Леонарда Эйлера. Этот великий математик развил математический анализ в том виде, в каком мы его сейчас знаем, который и поныне служит надежным инструментом физиков и инженеров. Им вполне владел Мальтус: недаром он занял девятое место на математической олимпиаде университета в 1783 г. Хотелось поэтому надеяться, что и современные обществоведы будут в состоянии овладеть математикой на уровне, который продемонстрировал автор первой модели роста населения.

Подход и миропонимание Мальтуса непосредственно связаны с развитием классической механики в XVIII в. и отвечали механистической, ньютоновской методологии и взглядам эпохи Просвещения, а также представлениям физиократов, что сельское хозяйство и производство продуктов питания определяют развитие общества. Само же предположение Мальтуса о том, что экспоненциальный рост населения ограничивается ресурсами, оказало существенное влияние на всё последующее развитие подобных исследований.

Последним обращением к такому подходу стал первый доклад Римскому клубу «Пределы роста». В 1972 г., следуя идеям американского ученого Форрестера о математическом моделировании сложных систем, авторы этого доклада под руководством Денниса Медоуза, проанализировав обширную базу данных, сделали попытку описать текущее развитие человечества. В основе доклада лежало моделирование глобального процесса роста как суммы слагающих его составляющих. Так было привлечено внимание к глобальным проблемам, в чем состоит большая заслуга авторов первого доклада Римскому клубу. Однако их результаты, основанные на редукционизме при суммировании факторов роста, показали всю ограниченность линейных моделей и концепций ресурсного ограничения

роста человечества. В этом отношении представляет интерес замечание американского экономиста Герберта Саймона:

*Сорок лет опыта моделирования сложных систем на компьютерах, которые с каждым годом становились все больше и быстрее, научили, что грубая сила не поведет нас по царской тропе к пониманию таких систем... Тем самым моделирование потребует обращения к основным принципам, которые приведут нас к разрешению этого парадокса сложности.*

Данная работа — ответ на этот вызов. Действительно, целостное описание человечества приводит нас к выводу, что социальные процессы развития непосредственно связаны с ростом населения. Однако это нелинейная связь, в которой нет простой причинно-следственной зависимости роста и развития. Поэтому такой подход возможен только, если рассматривать все человечество как целое.

Так, большинство крупных современных историков — Фернан Бродель, Карл Ясперс, Иммануил Валлерштейн, Николай Конрад, Игорь Дьяконов — утверждали, что подлинное понимание развития человечества возможно только на глобальном уровне. В значительной мере ими был развит целостный взгляд на мировую историю, что стало существенным фактором для данных исследований, в которых с самого начала рассматривалось развитие всего человечества. Недаром академик Конрад в итоговом сборнике статей «Запад и Восток» (1972) писал:

*Таким образом, имеющиеся у нас знания прошлого в соединении с тем, что нам открывает наша современная наука по отношению как к прошлому, так и к будущему, позволяют нам осмыслить ход исторической жизни человечества и тем самым наметить философскую концепцию истории. Сделать это можно, однако, только принимая во внимание историю всего человечества, а не какой-либо группы народов или стран...*

*Фактов, свидетельствующих, что история человечества есть история именно всего человечества, а не отдельных изолированных народов и стран, что понять исторический процесс можно, только обращаясь к истории человечества, таких фактов можно привести сколько угодно и во всех областях. Вся история полна ими.*

Немецкий историк и философ Карл Ясперс в книге «Смысл и назначение истории» (1948) первую часть «Мировая история» начинает словами:

*По широте и глубине перемен во всей человеческой жизни нашей эпохе принадлежит решающее значение. Лишь история человечества в целом может дать масштаб для понимания того, что происходит в настоящее время.*

Ясперс подробно аргументирует необходимость рассмотрения истории человечества как глобального процесса, когда все человечество в целом становится объектом исследования. Им выделяются единые процессы развития, которые охватывают весь мир. Однако историческая наука прошла долгий путь в познании общих закономерностей, которые определяют рост и развитие человечества. Надо отметить, что эти поиски были нелегкими, поскольку, как и в демографии, попыткам уловить общие закономерности мешала разрозненность фактов и обстоятельств в постоянно увеличивающемся множестве частных случаев. Недаром видный экономист Фридрих фон Хайек отмечал:

*Деление исследований общества на специализированные дисциплины привело к тому, что все наиболее существенные вопросы пренебрежительно относились к маргиналиям неясной философии развития общества.*

Приведенные взгляды историков стали существенным подтверждением идеи, что необходим подход к росту населения мира и развития человечества как к единому целому, как к развивающейся динамической системе. Однако такой взгляд традиционно отрицался в демографии, поскольку задачу демографии видели в том, чтобы в рамках отдельной страны или региона связать рост населения с конкретными социальными и экономическими условиями и на этой основе дать рекомендации по демографической политике. Именно это тормозило принятие глобального и феноменологического подхода и вытекающих из него выводов как для демографов, так и для обществоведов, концептуально повязанных границами стран.

Следует подчеркнуть, что феноменологический подход понимается нами так, как это принято в физике, а не в философии. Иными словами, мы обращаемся к общим принципам самоподобного развития, причинности, выраженной в статистических представлениях, и на этой основе строим теоретические модели. Поэтому мы и не обращаемся к так называемым элементарным явлениям, частично описывающим свойства составляющих систему компонент, суммируя которые можно представить целое. Опыт показывает, что даже для более простых, чем человечество, систем такой путь построения модели часто практически неосуществим.

Первый и наиболее успешный опыт феноменологического подхода был развит в термодинамике, когда газ рассматривался как система из многих взаимодействующих частиц. Благодаря столкновениям молекул, находящихся в термодинамическом равновесии, их состояние менялось медленно и обратимо. В этом случае можно ввести такие понятия, определяющие термодинамическое состояние системы, как

температура и давление, а также обратиться к представлению об энергии и энтропии, не входя в детальное понимание свойств атомов или молекул, составляющих газ.

Только рассматривая все население мира как взаимосвязанную систему удалось описать развитие человечества в целом.

В дальнейшем при рассмотрении процессов развития сложных систем — систем, далеких от равновесия, в которых происходят необратимые процессы эволюции и роста, — оказалось, что феноменологический подход открывает путь к пониманию таких систем на

новой основе. Даже для такой сложной системы, как человечество, он позволяет описать процессы роста и развития населения Земли. Только поднявшись на глобальный уровень анализа, переоценив масштаб проблемы, рассматривая уже все население мира как единый объект, как взаимосвязанную систему, удалось описать развитие человечества в целом. Более того, такое обобщенное понимание истории оказалось не только возможным, но и очень результативным. Именно с таких позиций можно не только описать наше прошлое, включая и самое далекое, но и понять глобальный демографический переход, который мы переживаем, и на этой основе предложить картину нашего развития в обозримом будущем.

Для этого надо было коренным образом изменить метод исследования, точку зрения как в пространстве, так и во времени и рассматривать человечество с самого начала его появления как глобальную структуру. В этом случае причину роста следует искать не в сумме всех действующих факторов, а в том коллективном взаимодействии, которое охватывает все человечество и определяет его развитие. Более того, как выяснилось, развитие этой динамической системы не только нелинейное и необратимое, но и далекое от равновесия и в настоящее время завершается демографической революцией. Это фазовый переход в новое состояние именно в физическом смысле. За всю свою историю человечество никогда прежде не переживало такой глубокой перестройки системы, что и делает наше время столь уникальным.

Столь глубокой перестройки путем фазового перехода в новое состояние человечество никогда прежде не переживало.

Следует отметить, что этот вывод принимается с трудом. Недаром замечательный математик и физик академик Людвиг Фадеев при обсуждении доклада автора на Президиуме РАН пронизательно заметил, что каждое поколение обычно убеждено в своей исключительности. Именно поэтому он обратил внимание на необходимость последовательного утверждения сделанного вывода. В значительной мере в этом и состоит задача автора. Вот почему мы обратимся к феноменологическому целостному описанию роста и будем рассматривать человечество как единую, сильно связанную систему, в которой действует управляющий развитием общий механизм, и таким образом поймем происходящее. Тогда достигнутое понимание может стать основой действия.

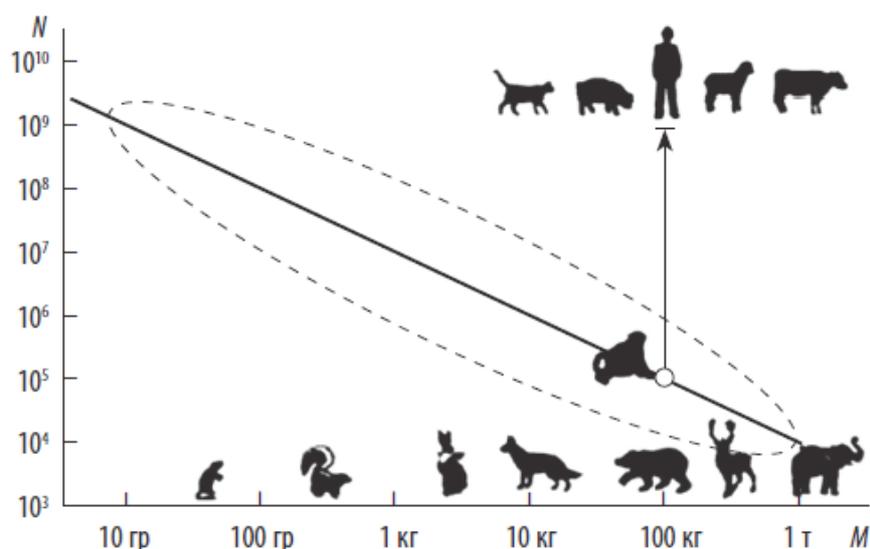
Течение времени в истории неравномерно и зависит от самого развития.

Появление такой системы, как человечество, есть результат его *эволюции* и *самоорганизации*, которые привели к возникновению качественно нового объекта, выделяющего его из всего животного мира.

Поэтому для его исследования мы обращаемся к методам, использующим коллективные взаимодействия для описания причинных связей в эволюции сложных систем. Под сложными системами мы понимаем системы, развитие которых зависит от числа связей между людьми на нашей планете, и сложность системы определяется не суммой числа людей, а квадратом численности населения мира. В этом состоит нелинейность процесса роста и невозможность обращения к простым причинно-следственным связям между ростом и развитием. При этом оказывается, что течение времени в истории неравномерно и зависит от самого развития. Сжатие исторического времени крайне обостряет темпы развития и придает особое значение всему, что происходит в эпоху демографической революции.

Таким образом, при интерпретации феноменологической теории роста населения нашей планеты необходимо использовать представления физики нелинейных явлений и неравновесных процессов, развитые уже в науке XX в., и с самого начала отбросить аддитивность и линейный подход. Отметим, что такая теория в принципе должна оперировать статистическими распределениями для переменных, но на первом этапе автор ограничился упрощенным подходом, вводя их средние значения. Обращаясь к идее сложности и взаимосвязанности системы, которой мы описываем развитие человечества, мы преследовали цель выяснить смысл сделанных выводов и определить пределы их применимости. В итоге именно феноменологическое понимание в противовес редукционизму позволяет положить наши выводы в основу действенной политики.

Обратимся к вопросу о численности человечества по сравнению со всеми другими животными. Самое главное, что нас в **сто тысяч раз** больше, чем сравнимых с нами по массе животных, таких как волки или медведи в наших широтах или крупные обезьяны в тропических странах (см. рис. 1).



**Рис. 1. Численность животных разных видов на Земле в зависимости от их массы**

Этот существенный факт требует пояснения. Заметим, что именно эти животные в мифологическом сознании первобытных людей почитались как наши далекие предки. Однако между нами и ими нет промежуточных форм, которые в наивных образах могли бы объяснить происхождение и эволюцию человека, и человек как бы выпадает из животного мира. Именно такими соображениями руководствуются те, кто до сих пор так настойчиво предлагает неэволюционные пути появления человека, одаренного разумом.

Человек окружил себя домашними животными, которые также умножили свою численность, далеко опередив диких собратьев.

Эволюционно и биологически человек очень близок к животному миру. Тем не менее ни один вид сопоставимых с человеком по биологии и питанию животных, чьи популяции занимают ограниченный ареал, а численность вида определяется динамическим равновесием с окружающей природой, никогда не развивался так стремительно, как человек. Подобный рост нашей численности совершенно необычаен и происходит прямо на наших глазах. Так, 75 лет тому назад меня в школе учили, что на Земле 2 млрд человек, а в настоящее время нас более 6,5 млрд. Именно это выделяет нас среди всего мира животных и делает таким особым наш вид, рост его численности и развитие. Более того, человек еще со времен неолита, 10 000 лет тому назад, окружил себя домашними животными, которые тоже умножили свою численность, далеко опередив своих диких собратьев. Так, число голов крупного рогатого скота в мире превышает два миллиарда, а его вклад климатически активных газов (таких как метан и углекислота) в атмосферу сравним с индустриальной деятельностью человека.

Именно разумом человек отличается от всего животного мира, и своим развитым сознанием он обязан стремительному росту своей численности.

Указанные обстоятельства должны учитываться, когда мы обращаемся к общим проблемам роста и развития человечества. В то же время человек, несомненно, представляет собой один вид *Homo sapiens* — человек разумный, с одним и тем же числом

хромосом, а представители разных рас могут скрещиваться между собой. Но именно разумом человек отличается от всего животного мира, и своим развитым сознанием он обязан стремительному росту своей численности. Более того, сжатие исторического времени крайне обостряет темпы развития и придает особое значение всему, что происходит в нашу эпоху. В исследовании этого процесса и сопутствующих явлений в значительной мере и состоит основная цель данной работы.

В заключение заметим, что помимо фундаментального значения таких работ для понимания развития человечества в целом подобные исследования глобальной истории необходимы и для осмысления судеб нашей страны. Благодаря географической протяженности, истории и разнообразию социальных и экономических условий Россия во многом воспроизводит глобальные процессы. Поэтому с учетом исторических масштабов этих проблем для нас существенно их понимание на уровне всего

человечества, что дает возможность обратиться и к российским проблемам в критическую эпоху мировой и отечественной истории.

Таким образом, книга предлагает новое видение прошлого, количественный подход к антропологии и истории. В то же время эти представления затрагивают актуальные вопросы экономики, устойчивости развития и тем самым связаны с вопросами мировой безопасности. И это открывает путь для понимания того социально-экономического кризиса, который так внезапно пришел и теперь стремительно развивается в мире.

### Моделирование глобального роста человечества

Ответ на центральный вопрос

— чем человек обязан своему развитию, в результате которого его численность на пять порядков превосходит всех сравнимых с ним тварей, — как антропология, так и история связывают с сознанием человека. Однако для автора задача состоит в том, чтобы выразить этот вывод на языке математических моделей и физических теорий, которые опираются на основные представления, принятые в науках об обществе и экономике.

Для этого посмотрим, как за последние 4000 лет росла численность человечества (см. рис. 2).

Эту картину развития человечества мы представим на полулогарифмической сетке, где течение времени  $T$  показано на линейной шкале, а рост населения мира  $N$  — на логарифмической шкале, поскольку население за 4000 лет возросло в 100 раз.

На графике видно, как вблизи 2000 г. население мира внезапно устремляется в бесконечность демографического взрыва, который так озадачил демографов.

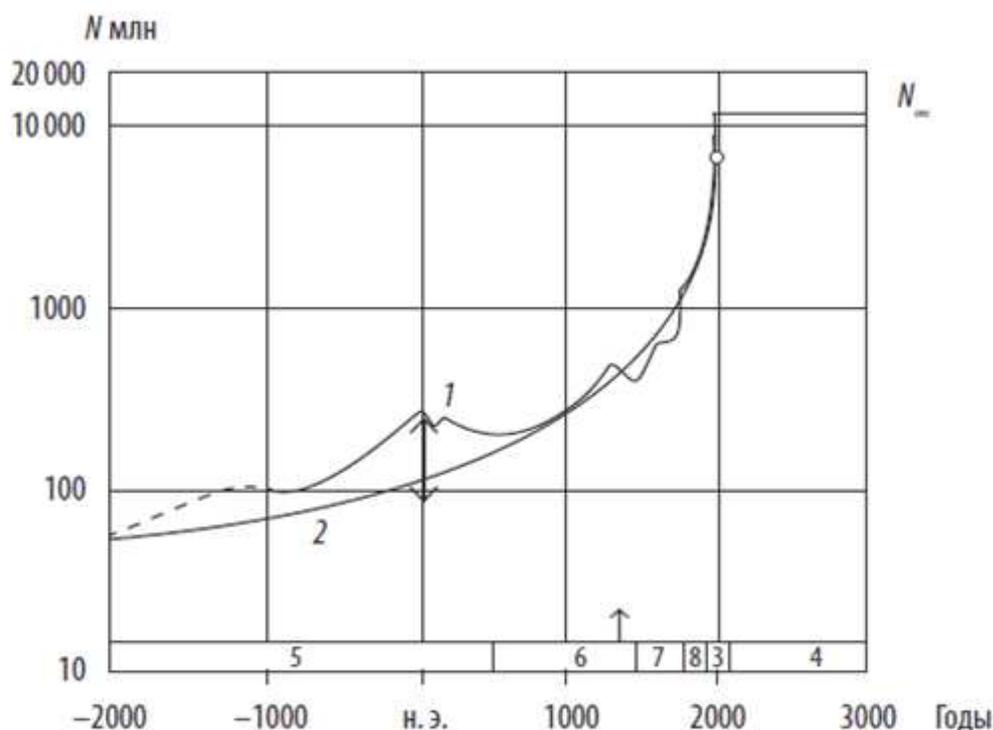
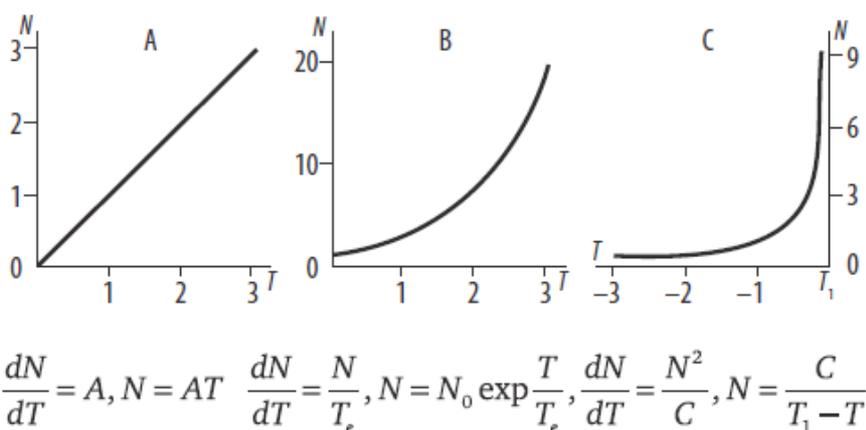


Рис. 2. Население мира от 2000 г. до н. э. до 3000 г.

1 — население мира от –2000 г. до нашего времени; 2 — взрывной режим, ведущий к обострению процесса роста численности населения мира; 3 — демографический переход; 4 — стабилизация населения; 5 — Древний мир; 6 — Средние века; 7 — Новая и 8 — Новейшая история,  $\uparrow$  — пандемия чумы 1348 г.,  $\updownarrow$  — разброс данных;  $\circ$  —  $N(1995) = 5,7$  млрд;  $N_{\infty} = 11,4$  млрд. Если представить всю длительность развития человечества во временном масштабе данного графика от времени антропогенеза, то 5 млн лет назад находится в 100 м влево. Это указывает на то, как неравномерно течение исторического времени, вследствие чего длительность эпох сокращается по мере приближения к моменту демографического перехода и стабилизации населения мира.



**Рис. 3. Линейный рост — А, экспоненциальный рост — В и гиперболический рост — С**

Поэтому для описания роста человечества рассмотрим три основных траектории развития (см. рис. 3). Первым показан линейный рост **А**, где численность населения  $N$  растет пропорционально времени  $T$  и скорость роста постоянна. График линейного роста лучше всего отображать на линейной сетке для времени и численности населения. При экспоненциальном росте **В** скорость уже пропорциональна самой численности населения и в этом случае появляется характерное для роста время. В математике обычно принято обращаться ко времени  $T_e$  для экспоненциального роста системы в  $e$  раз, где  $e = 2,72$  — основание натуральных логарифмов. Часто прибегают к более наглядному времени удвоения  $T_2 = 0,7T_e$ , которое на 30% меньше  $T_e$ . На полулогарифмической сетке экспоненциальный рост отображается прямой, на которой время представлено на линейной, а население — на логарифмической шкале. Если бы население мира росло экспоненциально, то на рис. 2 такой рост отображался бы прямой, чего заведомо нет ни на одном этапе роста.

Рост человечества происходит совершенно иначе. Мы видим, как медленный в начале рост все ускоряется и по мере приближения к третьему тысячелетию устремляется в бесконечность демографического взрыва, и это происходит в конечное время около 2000 г. Такой процесс отражает гиперболический график роста **С**. Эта закономерность, для которой также нет характерного времени роста, представляет для нас основной интерес, поскольку данные для населения мира за миллион лет с удивительной точностью описываются формулой:

$$N = \frac{200 \cdot 10^9}{2025 - T} = \frac{C}{T_1 - T}, \quad (1)$$

где  $C = 200$  млрд — постоянная с размерностью [человек × годы], а время выражено в годах. Следует отметить, что указанный закон роста очевидным образом возникает при первых попытках описать данные по росту человечества. Поэтому неудивительно, что к нему приходили в разное время разные исследователи. Одним из первых был Маккендрик, на что автору указал Натан Кейфиц. Затем к этому выражению в 1960 г. обратились американский инженер Форстер и немецкий физик Хорнер. Последний рассматривал возможность справиться со взрывным уходом численности населения на бесконечность путем распространения человечества на другие планеты Солнечной системы.

С Хорнером я впервые встретился на Международном конгрессе по астронавтике в Дрездене, где я выступал с пленарным докладом по глобальным проблемам, и он рассказал о своих идеях. Это заседание особенно запомнилось, так как оно проходило в дни объединения двух Германий в октябре 1991 г.

Заметим также, что к указанной закономерности обратился советский астрофизик И. С. Шкловский в 6-м посмертном издании замечательной книги «Вселенная, жизнь, разум». На основании этой модели он пришел к выводу, что рост определяется и ограничивается социальными и ресурсными, а не биологическими факторами. Эти работы показывают всю широту и сложность проблем, которые следуют из модели неограниченного роста.

Однако в демографии выражение (1), характеризующее гиперболический рост населения мира, никогда всерьез не рассматривалось по трем причинам.

Во-первых, в демографии было принято рассматривать население Земли просто как арифметическую сумму отдельных, не взаимодействующих популяций. Ведь задача демографии виделась в объяснении роста в зависимости от конкретных социальных и экономических условий, которые невозможно сформулировать для всего населения мира и тем более связывать скорость роста с полным населением Земли. Во-вторых, выражение (1) обращается в бесконечность по мере приближения к 2025 г. и не имеет смысла за пределом этой даты. Наконец, это выражение приводит к трудностям и при оценках населения в далеком прошлом. Так, 20 млрд лет тому назад, при рождении Вселенной согласно представлениям космологии, должно было бы уже быть десять человек, несомненно, самих космологов, наблюдающих и обсуждающих возникновение Вселенной!

В демографии было принято рассматривать население Земли просто как арифметическую сумму популяций отдельных стран.

Тем не менее постоянство этого закона роста поразительно, и если исходить из известных нам оценок населения в прошлом, он соблюдается при увеличении населения земли в десятки тысяч раз. По существу так описывается развитие человечества со времени появления *Homo habilis* (человека умелого) полтора миллиона лет тому назад, однако должного внимания на это не обращали. Численность человечества на тот момент представляет большой интерес, и потому я обратился к знаменитому французскому антропологу, профессору Коллеж де Франс Иву Коппену с вопросом: сколько тогда жило людей? Его ответ был краток и точен: сто тысяч, т. е. столько же, сколько крупных животных, подобных человеку. Оценка основана на наблюдении, что в то время на востоке и юге Африки существовало порядка тысячи больших семей по сто человек в каждой.

Эта оценка не противоречит оценкам других авторов, касающихся этого существенного времени в истории человечества в эпоху антропогенеза. Первые открытия принадлежат английскому антропологу Лики. В дальнейшем крупный вклад был сделан французской экспедицией, которой руководил Коппен, исследовавший раннюю эпоху становления человечества. Именно тогда начался гиперболический рост численности населения нашей планеты. С тех пор эта численность увеличивалась прямо пропорционально квадрату населения мира вплоть до нашего времени, когда для гиперболического роста скорость обратно пропорциональна квадрату времени. Медленная в начале, по мере роста населения скорость все увеличивается и в итоге происходит быстрее, чем по экспоненте, устремляясь в бесконечность, в конечное время, равное  $T_1 = 2025$  г.

Линейный и гиперболический процессы самоподобны, т. е. во все моменты времени относительный рост неизменен.

Поэтому, обращаясь к развитию населения как единой динамической системы, мы будем рассматривать выражение (1) не только как обобщение исторических данных, но и как объективную физическую закономерность и математически содержательное выражение.

Оно описывает рост населения как самоподобный процесс, развивающийся по гиперболической

траектории, поскольку функция роста (1) — однородная функция. Это свойство, открытое еще Эйлером, указывает на то, что в таких функциях нет характерного внутреннего масштаба. В частности, такой функцией является линейная функция. Однако экспоненциальный рост таким свойством уже не обладает, поскольку он определяется внутренним параметром экспоненциального времени  $T_e$ .

Однородные функции — линейная, или же гиперболическая, — описывают рост как самоподобный или автомодельный процесс, в котором во все моменты времени относительный рост неизменен. Только в выделенных точках особенностей, или сингулярностей, это самоподобие нарушается. В случае роста по гиперболе это происходит в далеком прошлом, когда население асимптотически приближается к нулю, либо в то критическое мгновение  $T_1$ , при котором  $N$  обращается в бесконечность в момент обострения. В этой сингулярности, при которой функция (1) стремится к бесконечности, состоит главная привлекательность этой формулы, поскольку именно тогда и происходит коренное изменение в развитии системы, связанное с демографическим переходом от стремительного роста к стабильному населению мира.

Мой доклад о росте населения Земли на семинаре Сергея Павловича Курдюмова стал настоящим откровением для меня и для коллектива Института прикладной математики им. М. В. Келдыша. Действительно, в современной прикладной математике такие процессы с обострением, при которых одна или несколько моделируемых величин обращаются в бесконечность за конечный промежуток времени, представляют большой интерес. Поэтому Курдюмовым и его коллегами для проблематики режимов с обострением были созданы мощные математические методы, которые, в частности, служат и для обоснования представлений синергетики, развитой немецким физиком Хакеном. Это нашло отражение в обширных приложениях в теории взрывных процессов, ударных волн, в физике фазовых превращений, а также в описании неравновесных процессов развития систем в синергетике и химической кинетике. Эти понятия принадлежат физике сложных систем, и теперь они применяются к человечеству в целом, став основанием для новых количественных результатов и поучительных качественных аналогий.

Прежде чем мы обратимся к выводам, следующим из закона гиперболического роста, выясним смысл постоянной величины  $C$ , которая, как легко видеть, определяет население Земли за год до особенности. Таким образом, эта постоянная зависит от выбранной единицы времени, основанной на времени обращения Земли вокруг Солнца, которая никак не выражает природу человека. Однако, если в эту модель ввести собственную единицу времени, определяемую уже эффективной продолжительностью жизни человека, то это открывает путь к определению пределов применимости (1).

Это время  $\tau = 45$  близко к среднему возрасту человека, и в рамках модели оно возникает как полуширина глобального демографического перехода (см. рис. 5). Тогда при построении модели время следует выражать в масштабе  $\tau = 45$  лет, и вместо постоянной  $C$  целесообразно ввести константу  $K = \sqrt{C/\tau} = 60000$ . В отличие от постоянной  $C$ , имеющей размерность времени,  $K$  — это безразмерный большой параметр, число, которое определяет все соотношения, возникающие при построении модели роста. В дальнейшем мы увидим, что во всех выводах теории это число становится главной характеристикой той динамической системы, развитие которой мы рассматриваем.

Так, числом  $K \sim 10^5$  определяется как начальная популяция *Ното* 1,6 млн лет тому назад, так и предел, к которому стремится население Земли,  $\sim K^2 \approx 10$  млрд, а продолжительность развития человечества оказывается порядка  $T_0 \approx K\tau \sim 3$  млн лет.

Величиной порядка  $K$  определяется масштаб такой самодостаточной группы людей, как университетский город, наукоград или часть мегаполиса. Москва при населении  $\sim 10$  млн разделена на 100 административных округов по 100 тыс. в каждом. При анализе флуктуаций оказывается, что  $K$  определяет первичный масштаб корреляций в популяции и численность структур при самоорганизации человечества. Так, малочисленными народами принято считать народы с численностью менее 50 000 тысяч.

Главный секрет гиперболического, взрывного развития состоит в том, что скорость роста пропорциональна не первой степени численности населения, как при экспоненциальном росте, отражающем способность каждого человека к размножению, а второй степени — квадрату численности населения мира. Это существенное свойство, которое непосредственно следует из того, что рост человечества описывается гиперболическим законом. Следует подчеркнуть, что изменение показателя степени от единицы для экспоненциального роста к двойке для гиперболического закона роста — это не уточнение ранее принятой модели, а появление качественно новой закономерности в описании роста популяции (в нашем случае — всего человечества).

Секрет гиперболического, взрывного развития состоит в том, что скорость роста пропорциональна квадрату численности населения мира.

Пример процессов с обострением — атомная бомба, в которой в результате разветвленной цепной реакции происходит ядерный взрыв.

Настоящее исследование в значительной мере посвящено изучению всех последствий этого подхода, который указывает на то, что в основе роста человечества следует рассматривать коллективное взаимодействие всех людей на Земле. В частности, такое

взаимодействие аналогично взаимодействию Ван дер Ваальса в неидеальном газе, которое хорошо изучено в молекулярной физике, а также во многих других разделах физики. Процессы, зависящие от квадрата числа частиц, возникают при химических реакциях второго порядка в химической физике. Такие процессы могут быть описаны на примере разветвленных цепных реакций, асимптотически приводящих к квадратичной зависимости скорости реакции от времени, рассмотренной Г. Б. Манелисом. В качестве примера таких процессов с обострением приведем атомную бомбу, в которой в результате разветвленной цепной реакции происходит ядерный взрыв. Квадратичный рост населения нашей планеты указывает на аналогичный и гораздо более медленный, но не менее драматичный процесс, когда информация в результате цепной реакции умножается на каждом этапе роста, определяя тем самым нарастающие темпы развития во всем мире.

Такое взаимодействие можно представить как сумму всех парных взаимодействий, возникающих между  $N$  людьми. В таких системах с сильной связью частиц возникают коллективные степени свободы, определяющие структуры, зависящие в неравновесных условиях от времени. В итоге именно это приводит к квадратичной связи скорости роста с развитием системы, которое выражается исходным уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{K^2}, \quad (2)$$

где время  $dt = dT/\tau$  измерено в единицах  $\tau = 45$  годам. В этом нелинейном дифференциальном уравнении роста развитие выражено через квадрат полного числа людей на Земле в данный момент времени, отнесенного к квадрату константы  $K^2$ .

Таким образом, это фундаментальное уравнение роста лежит в основе всех развитых далее представлений о коллективном взаимодействии и следующих из этого выводов.

Экспоненциальный рост предполагает только индивидуальную способность человека к размножению, которая не зависит от остальных людей. Поэтому в невзаимодействующей популяции экспоненциальный рост не зависит от суммарного населения, и в принципе рост определяется временем удвоения. Однако согласно новому пониманию роста человечества рост происходит в результате *коллективного механизма* умножения нашей численности. Причины этого могут быть разными, однако мы увидим, как коллективный механизм делает их эффективными факторами роста в масштабе всего человечества.

Рост человечества происходит в результате коллективного механизма умножения нашей численности.

В основе приближенных асимптотических методов лежит учет различия процессов роста разного временного масштаба.

Модель самоподобного роста, выраженная формулой (1), имеет ограниченную область применения во времени в силу того, что это выражение асимптотическое. В математике под асимптотическим методом понимают возможность пренебречь процессами, не

оказывающими в первом приближении существенного влияния. Этот прием широко используется в физике, поскольку на основании качественных рассуждений часто можно оценить, какими процессами можно пренебречь, и таким образом построить приближенную теорию. Более того, в физике практически все теории имеют такой характер, и в этом состоит глубокое различие между физикой и математикой. Представьте себе такой диалог между физиком и математиком:

*Физик:* Раз  $5 \times 5 = 25$  и  $6 \times 6 = 36$ , то, следовательно,  $7 \times 7 = 47$ !

*Математик:* Это совершенно неверно, так как можно строго доказать, что  $7 \times 7 = 49$ .

*Физик:* Наверное, это так. Но  $7 \times 7 = 47$  почти верно, и для нашей задачи это уже годится.

Конечно, это карикатура, но в основе приближенных асимптотических методов, развитых для рассмотрения сложных систем в синергетике, лежит учет различия процессов роста разного временного масштаба. Применительно к человечеству это означает, что следует различать медленное глобальное развитие, сопоставимое с собственным масштабом времени прошлого, и быстрые процессы, связанные

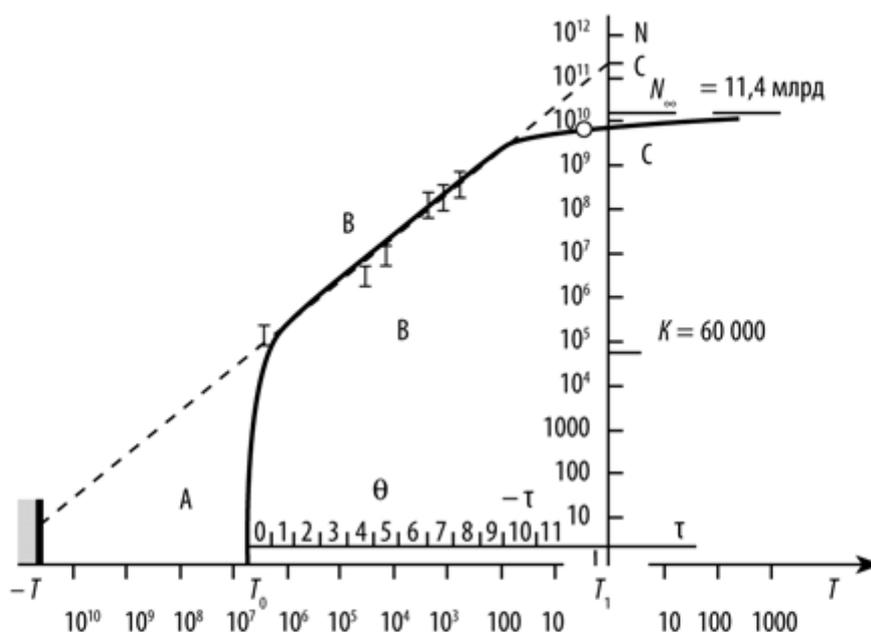
с конкретными историческими событиями, происходящими в масштабе, соизмеримом с жизнью человека, с временем  $\tau = 45$  годам. В исторических науках на это явление указывал Бродель:

*Историки в последнее время стали выделять это различие в образах временных структур и связей. Первые относятся к долговременным, вторые — к кратковременным сущностям.*

Подчеркнем, что вековой процесс роста *самоподобен*, иными словами, на всех стадиях такого автомодельного процесса его природа не меняется и относительная скорость роста остается неизменной при постоянной логарифмической скорости:

$$\frac{d \ln N}{d \ln T} = -1,$$

что видно на графике, построенном на двойной логарифмической сетке, адекватной рассматриваемой задаче (см. рис. 9). На этом графике хорошо видно, как происходит смена режимов самоподобного роста и как преодолевается особенность роста при прохождении полюса при  $T_1 = 1995$  г. Вблизи другой особенности роста в прошлом окрестность полюса также выколота, когда в начале антропогенеза при  $T_1 = 4,5$  млн лет линейный рост начался с одного человека. Таким образом, рост определяет системное развитие, где движущим фактором самоподобного — автомодельного — развития оказываются связи глобального сетевого информационного сообщества, охватывающие все человечество эффективным информационным полем.



**Рис. 9. Рост населения мира от возникновения человека до предвидимого будущего**

График построен в двойном логарифмическом масштабе  $\text{Lg } T — \text{Lg } N$ , что отвечает динамике развития человечества. Демографические циклы, как  $\theta = \ln t$ , и окрестности вблизи  $T_0$  и  $T_1$  выколоты.

Автомодельность роста, или его самоподобие, представляет существенное понятие в динамике развития. В случае процессов, протекающих во времени, оно означает общую инвариантность характера движения. Поясним сказанное примерами, взятыми для наглядности из механики. Простейший и важный пример — это движение по инерции. Так, Галилеем было открыто, что свободное от воздействия сил материальное тело движется по инерции с постоянной скоростью. В этом случае можно сказать, что движение самоподобно, поскольку во все моменты времени движение происходит одинаковым образом и только приложением внешней силы это движение может быть изменено.

Такое самоподобное движение происходит и тогда, когда действует постоянная внешняя сила, например сила тяжести при падении тела или сила натяжения веревки, удерживающей камень при его

движении по кругу: такие движения тоже самоподобны. Однако если веревка внезапно оборвется, то камень полетит по инерции по прямой. На этом основан принцип действия пращи, когда один режим движения сменяется другим, тоже самоподобным, пока камень не ударится об стенку и внезапно не остановится. При этом важно иметь в виду, что указанные режимы реализуются в течение длительного времени, а их изменения могут происходить практически внезапно. По существу, подобные процессы наблюдаются при росте и развитии человечества, и потому такие примеры полезны как иллюстрация различных масштабов времени при развитии системы.

Характерное время изменений равно возрасту события, отсчитываемому от момента демографического перехода.

Учет различия в факторе времени и скорости относительного роста дает ключ к пониманию фундаментального характера информационного механизма развития человечества. Поэтому, обращаясь к понятиям физики и языку математики, важно привести эти представления в соответствие с образами и понятиями историков и экономистов, с тем чтобы в междисциплинарном опыте сотрудничества их видение соотносилось с представлениями, лежащими в основе модели. Именно это позволило по-новому понять многие количественные особенности глобальной истории человечества. В частности, таким путем можно определить мгновенное значение экспоненциального роста в прошлом. Расчет показывает, что это характерное время равно возрасту события, отсчитываемому от момента демографического перехода.

Анализ гиперболического роста человечества, связывающий рост численности человечества с его развитием, позволил предложить кооперативный механизм развития, когда мерой развития является квадрат численности населения мира. Эта интерпретация развития привела к центральному предположению, что коллективное взаимодействие определяется механизмом распространения и размножения обобщенной информации в масштабе человечества, задающим его самоподобное развитие. Поэтому происхождение и природу квадратичного закона роста человечества следует объяснять передачей и размножением информации. При этом нет необходимости обращаться к тому или иному конкретному механизму, который приводит к росту численности. Это вытекает из последовательного феноменологического анализа гиперболического роста населения нашей планеты.

Итак, опираясь на статистические принципы физики, впервые удалось в элементарных выражениях описать динамически развитие человечества более чем за миллион лет — от возникновения человека, одаренного сознанием, до наступления демографического перехода и далее — в предвидимое будущее. После сингулярности — расходимости при  $T_1$  происходит падение скорости роста до нуля. За этим вскоре последует стабилизация населения мира до момента достижения значения  $N_\infty = 2N_1 = 11,4$  млрд, что равно удвоенному населению в момент перехода. Этот сценарий развития соответствует тому, к которому из эмпирического опыта и интуитивных соображений пришли демографы (см. рис. 7).

Существенен вопрос об устойчивости гиперболического роста. Согласно синергетике, в результате нелинейной быстрые внутренние процессы стабилизируют медленное вековое гиперболическое развитие населения мира вплоть до демографической революции, когда рост уже может поспеть за развитием. Так конкретные исторические явления, имеющие локальный и даже хаотический характер, стабилизируют глобальное развитие. В рассматриваемой модели этим интуитивным представлениям придан физический смысл, когда быстрые короткопериодные процессы стабилизируют медленное вековое движение квадратичного роста по гиперболе. Это происходит и тогда, когда быстрые процессы, процессы истории, сами неустойчивы.

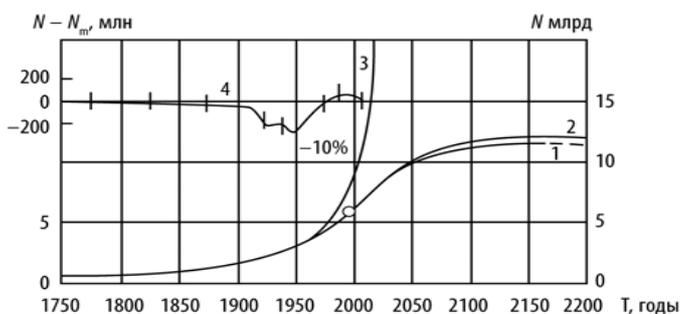


Рис. 7. Рост населения мира в течение демографической революции 1750–2200 гг.

1 — прогноз IASA; 2 — модель; 3 — взрывной уход на бесконечность (режим с обострением); 4 — разница между расчетом и населением мира, увеличенная в 5 раз, где видны суммарные потери при мировых войнах XX в., о — 1995 г. Продолжительность демографического перехода составляет  $2t = 90$  лет.

Для пояснения сказанного обратимся к механическим аналогиям. Подобным образом происходит стабилизация оси волчка в пространстве от действия гироскопических сил при его быстром вращении. Эти же силы при возмущении положения оси волчка приводят к медленному прецессионному движению

вблизи положения динамического равновесия. Так же ведет себя маятник при быстрых колебаниях подвеса, стабилизирующих медленное движение самого маятника вблизи положения равновесия.

Хорошо известно, что умело закрученный плоский камень, брошенный под малым углом к поверхности пруда способен многократно отскакивать от воды, совершая прыжки на большое расстояние. В этом явлении мы видим, как быстрое вращение камня стабилизирует его в пространстве, несмотря на удары о поверхность воды. С другой стороны, мы видим, как в этих условиях преобразуется движение камня по инерции и образуется устойчивая периодическая серия укорачивающихся скачков, пока движение не затухнет и камень не утонет. В этой механической модели можно усмотреть поучительные аналогии с предложенной моделью развития населения Земли, когда внутренние процессы приводят к возникновению периодических циклов, которые определяют развитие и устойчивость этого процесса. Поэтому подобные примеры, взятые из механики, помогают понять развитие такой сложной системы, как человечество, в результате которого население Земли в среднем устойчиво следует по статистически детерминированному пути автомодельного, самоподобного роста, управляемого внутренней динамикой роста, сцепленного с развитием благодаря разуму.

Таким образом, рост и развитие человечества обязаны сознанию человека, его культуре и развитой системе передачи знаний как вертикально — из поколения в поколение, так и горизонтально — в пространстве нашей планеты, которое управляет этим глобальным процессом, каким бы ни был конкретный механизм роста. Поэтому, если разум выделяет человека среди всех других сопоставимых с нами видов животных, то именно в появлении разума следует искать ответ на эту загадку эволюции человека.

Его предлагают последние исследования, проведенные методами молекулярной биологии. Они показали, что, по-видимому, критическим событием стала мутация одного или двух генов HAR1 F, которые определяют организацию мозга на 5–9-й неделе развития эмбриона. Об этих исследованиях рассказывает руководитель международного проекта Кэтрин Поллард в статье «Что нас делает людьми?», опубликованной в журнале «В мире науки».

Рост численности человечества определяется внутренними процессами его развития.

В настоящее время есть все основания считать, что такое внезапное точечное изменение в геноме наших далеких предков, произошедшее 7–5 млн лет тому назад, могло привести к качественному скачку в организации мозга. Это

стало причиной развития социального сознания и культуры, приведшие к необычайному численному росту человечества. Вследствие этой мутации после длительной эпохи антропогенеза появились речь и язык, а человек овладел огнем и каменными орудиями. С тех пор биологическая природа человека изменилась мало, несмотря на стремительный процесс нашего социального развития. Поэтому понимание последнего столь значимо сегодня, когда выяснилось, что именно нелинейная динамика роста населения человечества, основанная на информационном коллективном механизме роста и подчиняющаяся собственным внутренним силам, определяет не только наше взрывное развитие, но и его предел.

Таким образом, на основе такого феноменологического подхода впервые удалось предложить теорию роста и количественно описать важнейшие явления развития человечества, как взаимодействующего сообщества. Это привело к понятию феноменологического принципа *демографического императива*, гласящего, что рост определяется внутренними процессами развития человечества, в отличие от популяционного принципа Мальтуса, согласно которому рост населения ограничен внешними ресурсами.

Это очень существенный вывод, имеющий далеко идущие последствия при определении путей развития человечества, когда не количественный рост, а его качественное развитие становится центральным фактором нашей социальной эволюции. Более того, отсюда вытекает существенный политический вывод: борьба за ресурсы больше не может рассматриваться как главная цель развития.

Борьба за ресурсы больше не может рассматриваться как главная цель.

Современный исторический опыт ряда развитых стран, в первую очередь севера Европы и Японии, указывает на справедливость этого заключения. Таким образом, рост, пропорциональный квадрату числа людей, не определяется развитием независимых единиц или даже групп людей и зависит только от коллективного взаимодействия всего человечества. Более того, в рамках такого подхода рост рассматривается как нелокальное поведение всего человечества, эволюционирующего как целое, как суперорганизм. Это можно описать понятием антропосферы, а система распространяющихся и развивающихся знаний осуществляется посредством того, что И. П. Павлов назвал второй сигнальной системой.

Эта концепция, выдвинутая Павловым еще в 1932 г., рассматривает как присущую только человеку систему условно-рефлекторных связей, которая определяет принципиальное различие в работе головного мозга животных и человека. Вторая сигнальная система формируется в высших отделах центральной нервной системы, работает на основе первой сигнальной системы и активизируется при воздействии в первую очередь речевых раздражителей. Если мозг животного отвечает лишь на непосредственные зрительные, звуковые и другие раздражения или их следы, когда возникающие ощущения составляют образ действительности, то человек обладает помимо того способностью обобщать словом бесчисленные сигналы первой сигнальной системы. При этом слово, по выражению Павлова, становится сигналом сигналов при переходе от слов к языку. Таким образом, первая и вторая сигнальные системы — различные уровни единой высшей нервной деятельности, когда в природе человека вторая сигнальная система играет ведущую роль. Анализ и синтез, осуществляемые корой больших полушарий головного мозга, благодаря наличию второй сигнальной системы связаны уже не только с отдельными конкретными раздражителями, но и их обобщениями, представленными в словах и понятиях.

Способность к обобщенному отражению явлений и предметов обеспечила человеку неограниченные возможности ориентации в окружающем мире и в конечном итоге позволила создать науку. Формирование второй сигнальной системы происходит только под влиянием общения человека с другими людьми, т. е. определяется воспитанием и образованием, полученным в обществе. Для полноценного развития личности необходимо своевременное и правильное развитие обеих сигнальных систем. Это созвучно и представлениям В. И. Вернадского о ноосфере и нашло свое выражение в концепциях современного общества знаний, развитых во Всемирном докладе ЮНЕСКО.

В заключение заметим, что в прошлом связь между Западом и Востоком на Евразийском суперконтиненте осуществлялась торговыми путями, из которых важнейшим был Великий шелковый путь. По этой разветвленной сети не только перемещались товары и пряности, но распространялись знания, идеи и религиозные представления. В частности, из Индии через Хайберский проход пришел буддизм и двинулся на запад к Калмыкии, а на восток, северным путем, — в Монголию, Китай и Японию. Другая сеть караванных путей связывала страны и культуры Африки с Европой. В далеком прошлом шли эти процессы обмена и диффузии, в которых значительную роль играли переселения народов, происходившие и под влиянием изменений климата. Так развивалось информационное единство человечества, на что указывают и взаимовлияние культур и языков мира.

### **Демографическая революция**

Для понимания развития человечества рассмотрим в первую очередь пределы области режима самоподобного роста, ограниченного двумя главными особенностями. Во-первых, в далеком прошлом рост оказывается слишком медленным. Поэтому, чтобы исключить эту особенность роста из рассмотрения, когда время делается бесконечно долгим, а население все медленнее стремится к нулю, следует предположить, что в эпоху антропогенеза минимальная скорость роста не может быть меньше появления одного гоминида за характерное время. Этого простого предположения достаточно для того, чтобы ввести минимальную скорость роста и описывать процессы антропогенеза как линейный рост популяции людей, одаренных разумом. Даже такая наивная гипотеза оказывается результативной и приводит к разумной оценке длительности той далекой от нас эпохи. Более того, выясняется, что можно принять микроскопическое время, равное  $t = 45$  годам, одинаковым как в прошлом, так и в настоящем времени, что указывает на постоянство этой константы, определяемой природой человека от его появления вплоть до времени демографического перехода.

Демографический переход состоит в смене режима роста режимом стабилизации населения.

При рассмотрении критической эпохи 2000 г. в пике демографического взрыва и самой эпохи демографического перехода скорость роста должна быть ограничена сверху естественным пределом удвоения за время порядка  $t = 45$  лет

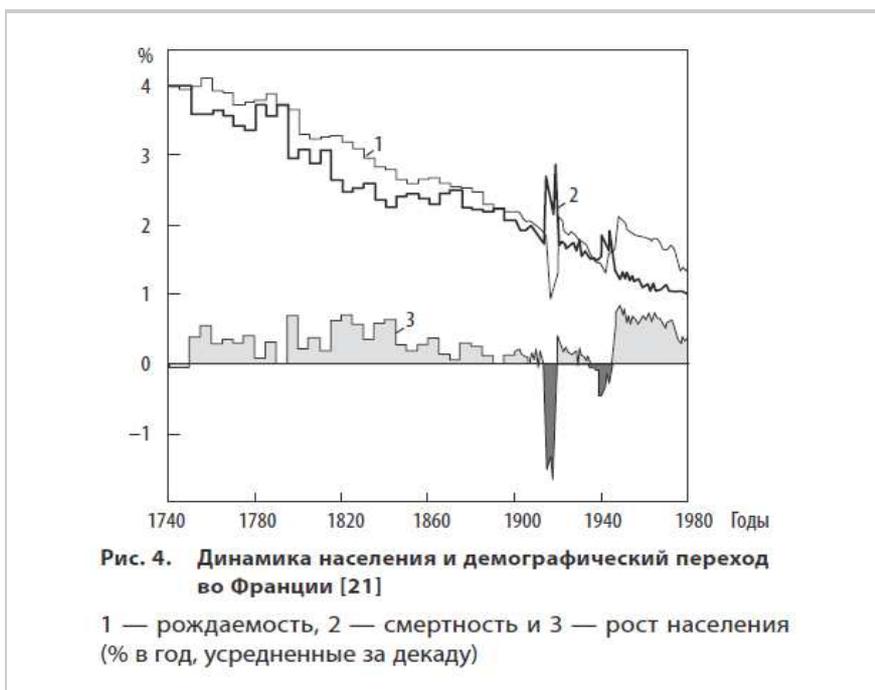
как длительности эффективной репродуктивной жизни человека. Ввиду невозможности дальнейшего продолжения самоподобного роста во время демографического взрыва в режиме с обострением рост завершается демографическим переходом при резком изменении всего хода нашего развития. Таким образом, демографический переход состоит в смене режима роста режимом стабилизации населения.

Это важнейшее явление в развитии населения страны впервые было открыто и сформулировано французским демографом Адольфом Ландри применительно к населению Франции:

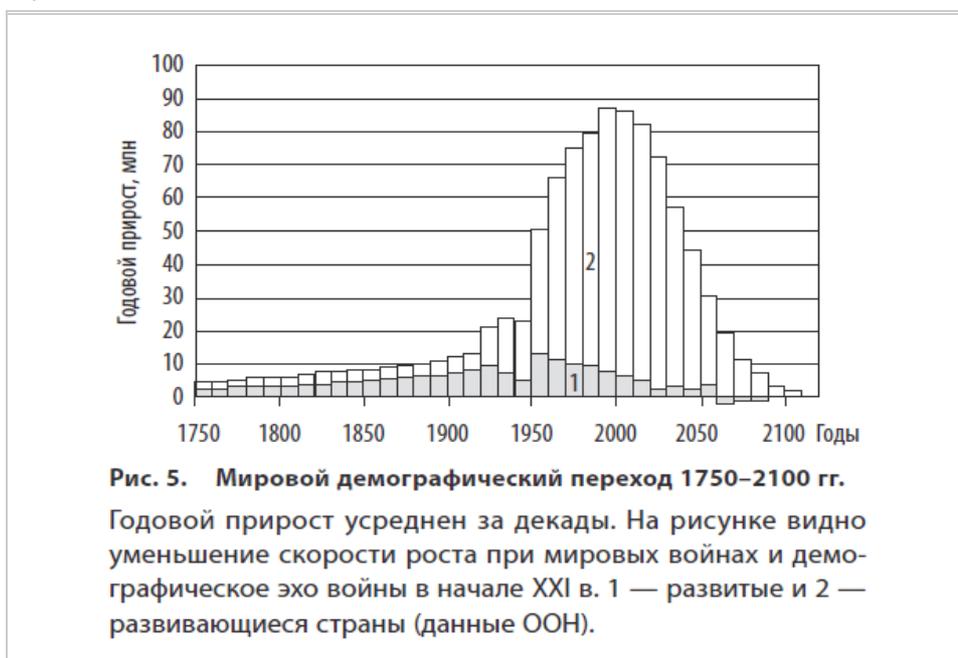
*В XVIII в. Франция пережила не только свою великую политическую революцию, которая совершилась в 1789 г., но и демографическую революцию. Политическая революция отмечена такими яркими событиями, как штурм Бастилии или уничтожение привилегий; в течение нескольких лет многое не только изменилось и сменило существующий порядок.*

*Но ничего столь же сенсационного, что отметило бы наступление другой революции, не произошло. Ее развитие было незаметным и относительно медленным. Тем не менее она в не меньшей степени*

является революцией, поскольку тогда, когда происходит изменение режима, революция и происходит. Это верно в демографии, как и любой другой области. Внезапность изменений не является обязательной. Действительно, говоря о демографической революции, при которой происходит смена неограниченного воспроизводства на ограниченное, есть все основания придерживаться данного определения без каких-либо добавлений.

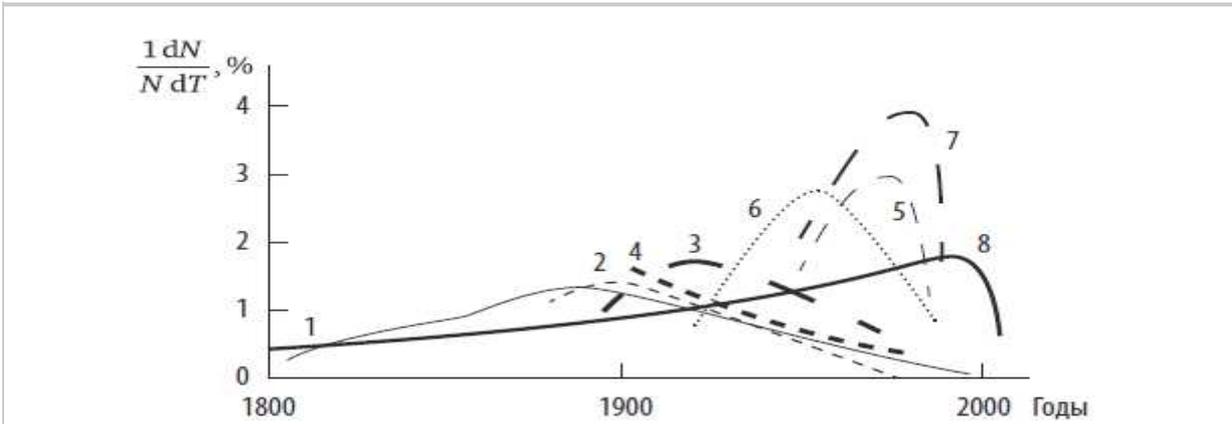


Для населения мира переход показан на рис. 5, а для отдельных стран — на рис. 6. Если демографы исследовали этот феномен в масштабе страны и определяли его как переход, то мы обратимся к переходу как глобальному событию и, согласно определению Ландри, как к глобальной демографической революции.



На этих рисунках видно, что суммарный глобальный демографический переход происходит практически одновременно во всем мире, несмотря на разницу в истории и экономике стран, из которых состоит человечество. Действительно, переход в так называемых развитых странах протекает медленнее и только на 50 лет опережает переход для всего населения Земли. Эта синхронность и эффективное сужение перехода, несомненно, являются мощным свидетельством глобальной системности процессов роста народонаселения на Земле, обострившихся в эпоху демографической революции. Это дает новое объяснение и понимание процессу глобализации, который так теперь привлекает внимание современников, потому что происходит за время порядка т.

Однако человечество в масштабе своего векового и самоподобного развития в целом всегда было глобальной системой.



**Рис. 6. Демографический переход в разных странах**

Графики сглажены и рост дан в процентах в год. 1 — Швеция, 2 — Германия, 3 — СССР, 4 — США, 5 — Маврикий, 6 — Шри-Ланка, 7 — Коста-Рика и 8 — мир в целом. На этом графике видно формирование глобального перехода. Если переход в Швеции и во Франции занял 160 лет, то чем позднее он начинается, тем острее протекает.

Таким образом, речь идет о новом подходе к пониманию всего хода глобальной истории человечества, неизменного в течение 1,6 млн лет — от возникновения человечества до современного кризиса в его развитии. До самого демографического перехода этот рост был динамически самоподобным и протекал так, что относительная — логарифмическая скорость роста была постоянной и тем самым характеризовала усредненное развитие всей популяции людей — всего человечества. Результатом этого развития стала демографическая революция, при которой произошли резкое изменение всего векового развития человечества и его взрыв в наше время.

Демографическая революция и переход к постоянному населению нашей планеты, несомненно, самое крупное за всю историю потрясение в развитии человечества. При этом изменения коснутся всех сторон нашей жизни, а мы волей случая стали свидетелями этого величайшего переворота. Поэтому всесторонний анализ должен быть в центре внимания всех людей, и никакие события — ни эпидемии или войны, ни даже изменения климата — несоизмеримы с теми, которые ныне разворачиваются. Эти события отвечают современным представлениям о роли разума и сознания человека, которые лежат в основе теории роста, как модели коллективного поведения системы народонаселения Земли.

Демографическая революция и переход к постоянному населению, несомненно, самое крупное за всю историю потрясение в развитии человечества.

В итоге приведенное выше описание глобальной истории человечества позволяет разбить ее на три эпохи. Первая эпоха **A** — это эпоха антропогенеза длительностью 4–5 млн лет. Она привела к появлению исходной популяции *Номо* с численностью порядка ста тысяч. В результате начинается эпоха **B** — взрывного развития по гиперболической траектории и благодаря квадратичному росту достигается предел  $\sim K^2$ , а человечество в это время расселяется по всей Земле. Затем, после демографической революции и стремительного наступления эпохи **C**, следует ожидать быстрого перехода к стабилизации населения нашей планеты.

Для каждой из этих эпох рост описывается асимптотически: линейное в начале, гиперболическое в течение эпохи **B** и постоянное при выходе из демографического перехода. При завершении демографической революции население Земли достигнет  $\sim 11$  млрд, после чего следует ожидать стабилизации населения нашей планеты. Естественно, что это глобальное расписание нашего прошлого только в общих чертах описывает рост человечества, которое тем не менее при минимальном числе констант в модели, дает вполне приемлемую картину нашего роста и развития.

Однако важно отметить, что в представленной картине не отражены процессы, связанные с динамикой расселения людей, ресурсов и всего, что связано с экономикой, с системой жизнеобеспечения человека. Их отсутствие в данной модели требует пояснения, поскольку многие авторы именно эти факторы считали основными, определяющими рост и развитие человечества. Но если мы обратимся к динамике роста человечества, то увидим, что экономика, по существу, является производной от роста и

развития, системно связанных между собой, а не их причиной, и поэтому в первом приближении пространственные переменные и ресурсы не должны учитываться.

<http://blogzet.com/13456-prognoz-tehnicheskogo-direktora-google-reva-kurcveyla-o-tom-chto-nas-zhdet-v-buduschem.html>

## Все идет по плану: что нужно знать из прогнозов Рэя Курцвейла 2019–2099

*Известный футуролог и технический директор Google за 20 лет в своих книгах, блогах, интервью и лекциях расписал наше будущее по годам. Мы собрали все его предсказания в хронологическом порядке*

Технический директор Google и самый известный технологический футуролог Рэй Курцвейл выступил в начале этого года с очередной порцией предсказаний. Будучи одним из главных исследователей современных достижений в области искусственного интеллекта, Курцвейл публикует свои прогнозы с 1990-х годов, многие из них стали академическими. Но если еще пять лет назад он чаще оперировал длинными периодами (2030-е, 2040-е годы), то в последнее время в предсказания ученого появилась хронологическая стройность. Возможно, на точность повлияла его работа в крупнейшей интернет-компании, где футуролог оказался на передовой многих инновационных разработок.

Курцвейл как будто приглашает поучаствовать в интеллектуальной игре и собрать пазл – картину будущего из его старых и новых предсказаний. Если собрать все прогнозы, сделанные за 20 лет в книгах, блогах, интервью и лекциях, можно заметить, что будущее с 2019 по 2099 год ученый расписал буквально по годам.

<b>2019</b>	Провода и кабели для персональных и периферийных устройств повсеместно уходят в прошлое
<b>2020</b>	Персональные компьютеры достигнут вычислительной мощности человеческого мозга
<b>2021</b>	Беспроводной доступ в интернет покрывает 85% поверхности Земли
<b>2022</b>	В США и Европе повсеместно принимаются законы, регулирующие отношения людей и роботов. Деятельность роботов, их права, обязанности и другие ограничения формализуются
<b>2024</b>	Элементы компьютерного интеллекта становятся обязательными в автомобилях. Людям запрещается садиться за руль автомобилей, не оснащенных компьютерными помощниками
<b>2025</b>	Появление массового рынка гаджетов-имплантатов
<b>2026</b>	Благодаря научному прогрессу за единицу времени мы будем продлевать свою жизнь на большее время, чем прошло
<b>2027</b>	Персональный робот, способный на полностью автономные сложные действия, станет столь же привычным, как холодильник или кофеварка
<b>2028</b>	Солнечная энергия становится настолько дешевой и распространенной, что соответствует всей совокупности мировых энергетических потребностей
<b>2029</b>	Компьютер сможет пройти тест Тьюринга, доказывая наличие у него разума в человеческом понимании слова. Это будет достигнуто путем компьютерной симуляции мозга человека
<b>2030</b>	Расцвет нанотехнологий в промышленности, что приведет к значительному удешевлению производства всех продуктов
<b>2031</b>	3D-принтеры для распечатки человеческих органов повсеместно

	используются в больницах любого уровня
<b>2032</b>	Нанороботы начнут использоваться в медицинских целях. Они смогут доставлять питание к клеткам человека и удалять их отходы. Они также произведут детальное сканирование мозга человека, позволяющее понять детали его работы
<b>2033</b>	Самоуправляемые автомобили заполняют дороги
<b>2034</b>	Первое свидание человека с искусственным интеллектом. Фильм «Она» в усовершенствованном виде: виртуальную возлюбленную можно оснастить «телом», проецируя изображение на сетчатку глаза, - например, с помощью контактных линз или очков виртуальной реальности
<b>2035</b>	Космическая техника становится достаточно развитой, чтобы обеспечить постоянную защиту Земли от угрозы столкновения с астероидами
<b>2036</b>	Подходя к биологии как к программированию, человечеству впервые удастся перепрограммировать клетки на лечение болезней, а использование 3D-принтеров позволит повсеместно выращивать новые ткани и органы
<b>2037</b>	Гигантский прорыв в понимании тайны человеческого мозга. Будут определены сотни различных субрегионов со специализированными функциями. Некоторые из алгоритмов, которые кодируют развитие этих регионов, будут расшифрованы и включены в нейронные сети компьютеров
<b>2038</b>	Появление роботизированных людей, продуктов трансгуманистических технологий. Они будут оснащены дополнительным интеллектом (например, ориентированным на определенную узкую область знания, полностью захватить которую мозг человека не в состоянии) и разнообразными опциями- имплантатами – от глаз-камер до дополнительных рук- протезов
<b>2039</b>	Наномашины будут вставляться прямо в мозг и осуществлять произвольный ввод и вывод сигналов из клеток мозга. Это приведет к виртуальной реальности «полного погружения», которая не потребует какого-либо дополнительного оборудования
<b>2040</b>	Поисковые системы станут основой и для гаджетов, внедряемых в человеческий организм. Поиск будет осуществляться не только речью, но и мыслями, результаты поисковых запросов будут выдаваться на экраны тех же очков и линз
<b>2041</b>	Предельная пропускная способность интернета становится в 500 млн раз больше сегодняшней
<b>2042</b>	Первая потенциальная реализация бессмертия – благодаря армии нанороботов, которая будет дополнять иммунную систему и «вычищать» болезни
<b>2043</b>	Человеческое тело сможет принимать любую форму, образуемую большим числом нанороботов. Внутренние органы будут заменяться кибернетическими устройствами гораздо лучшего качества
<b>2044</b>	Небиологический интеллект становится в миллиарды раз более умным, чем биологический
<b>2045</b>	Наступление технологической сингулярности. Земля превращается в один гигантский компьютер
<b>2099</b>	Процесс технологической сингулярности распространяется на всю

## Информационная модель планеты

*Дирк Хельбинг — автор проекта глобального симулятора, получившего название «Living Earth Simulator». События, влияющие на мировую экономику, политику и многие другие могут стать более управляемыми благодаря гигантской математической модели.*

### Укротитель будущего

*Электронные коммуникации, цифровая культура, миллиарды гаджетов, которые собирают данные о каждом нашем шаге... Человеческое общество еще никогда не было столь сложной – и при этом нестабильной – системой, как сегодня. Профессор социологии Швейцарского федерального технологического института в Цюрихе (ETH) Дирк Хельбинг считает, что связь «всех со всеми» может стать как нашим благом, так и проклятием. Новые технологии, симбиоз человека и компьютерного интеллекта облегчат жизнь. Однако малейший сбой в системе биржевых торгов или волна «ретвитов» ведут к последствиям в реальном мире, которые мы пока не можем ни предвидеть, ни предотвратить. Впрочем, у профессора Хельбинга есть решение.*

Исследователи расшифровали геном, но что сейчас происходит с человечеством на макроуровне, ученым еще только предстоит выяснить. В информационном обществе как в сверхсложной системе возникают такие явления, с которыми человечество еще никогда не сталкивалось. Герой очередного выпуска нашей программы «Идеи, меняющие мир» (совместного проекта телекомпании «Очевидное - невероятное» и телеканала «Россия24») пытается снизить растущий уровень непредсказуемости. Уже несколько лет профессор Хельбинг руководит международным проектом *FuturICT*. За 10 лет и €1 млрд он пообещал создать информационную модель планеты, которая позволит увидеть скрытые взаимосвязи происходящего на ее поверхности.

Но смысл идеи не просто в диагностике. Реализованная модель даст возможность проигрывать различные сценарии будущего по принципу «Что если?» до того, как бездействие или недальновидные стратегии политиков приведут общество к катастрофическим последствиям. Последствия наших действий можно будет просмотреть, как в машине времени. И, говоря языком Рэя Брэдбери, мы сможем вовремя обнаружить в настоящем ту маленькую бабочку, наступив на которую рискуем утратить родной язык или привести к власти диктатора.

### И грянул гром

«Нельзя пускать дело на самотек. Мы находимся в исторической точке, когда в наших силах принять важное решение и внести вклад в будущее – определить, будет ли оно ярким или превратится в еще одно средневековье», – так Дирк Хельбинг описал остроту нынешнего момента в беседе с автором и ведущей «Идей» Эвелиной Закамской. Человечество, по его мнению, стоит на пороге фундаментальных изменений. В ближайшее десятилетие будет произведено больше информации, чем за предыдущую тысячу лет. Согласно закону Мура, за это же время компьютеры достигнут возможностей, сопоставимых с показателями человеческого интеллекта. Гиперсвязи опутают все сферы жизни. Это даст гигантский прорыв в продуктивности. Но в развитии настолько сложной системы возникает определенная критическая точка, по достижении которой она начинает вести себя непредсказуемым образом. Переход произойдет не постепенно, а скачкообразно. И у человечества осталось не так много времени, чтобы к этому непонятному будущему подготовиться.

Сегодня одни из самых мощных компьютеров обслуживают фондовый рынок: во многом они уже сейчас ведут себя как люди, объединенные в сообщество. По мнению нашего героя, создаваемые при помощи новых технологий подобные цепочки связей одновременно становятся и потенциальными каналами мгновенного распространения катаклизмов. Самым ярким примером такого рода он называет «черный вторник» на американском фондовом рынке, знаменитый *FlashCrash* 2010 г. Непредсказуемый побочный эффект от работы программ высокочастотной торговли, которые осуществляют сотни сделок за доли секунды, тогда привел к тому, что капитализация торгующихся компаний за 20 минут уменьшилась на \$1 трлн. И хотя рынок восстановился, события в цифровом пространстве имели разрушительные последствия в мире реальном. Изменилась структура акционерного капитала компаний, существенно пострадал капитал социальный (пресловутый кредит доверия), шоком и паникой наверняка было подорвано

здоровье тысяч брокеров и инвесторов. А сколько еще побочных эффектов мы не в состоянии даже предположить?

Чтобы иметь возможность отслеживать корреляции между внешне не связанными событиями, Дирк Хельбинг предлагает создать глобальную систему аккумуляции и обработки данных обо всех сторонах жизни человечества. Эту часть проекта идеологи назвали «Планетарной нервной системой» (*Planetary Nervous System*): состояние экологии, колебание курса акций, сейсмическая активность, концентрация абонентов в ячейках сотовой сети, количество постов в соцсетях по определенным тэгам и сотни других различных замеров. Семантические алгоритмы позволят автоматически оценивать даже состояние общественного мнения, уровень удовлетворенности или агрессии в социуме, когда явная общественная активность еще не видна.

Собственно, в сборе и накоплении подобных колоссальных массивов данных (так называемых больших данных, *Big Data*) никакой новации нет. Они давно стали бизнес-активом, и в случае необходимости доступ к ним может быть приобретен для нужд самого *FuturICT*. Особенность системы Хельбинга в том, что она будет давать пользователю, не только архивную картину, но и текущую. «Вам больше не понадобится задавать вопрос *Google*, который будет искать ответ в своей базе, предлагая что-то из имеющихся данных. Вместо этого будет инициирован запрос на измерение необходимых параметров в режиме реального времени с использованием Интернета и сети датчиков», - говорит профессор Хельбинг и напоминает, что только смартфон имеет около десяти встроенных средств фиксации происходящего.

Мозгом системы должен стать второй компонент – сверхмощный компьютерный «Симулятор живой Земли» (*Living Earth Simulator, LES*). Он будет, что называется, на лету анализировать непрерывно поступающий поток данных и выявлять скрытые взаимосвязи. Живой информационный слепок реальности поможет отследить еще не изученные системные феномены в глобальном «человейнике», которые сейчас упускаются при обработке архивов. Однако только к сбору, обработке и анализу информации идея Хельбинга не сводится. Главная функция *LES* – моделирование будущего исходя из заданных условий и с разной степенью детализации картины. Правда, наш собеседник пояснил, что это будет не оракул и не хрустальный шар: «С помощью компьютерных программ *LES* сможет прорабатывать различные варианты развития сценариев: что произойдет, если я приму то или иное решение? Конечно, это не будет точным предсказанием, а скорее напоминает прогноз погоды, который работает лишь в течение ограниченного периода времени и не абсолютно надежен».

Третий компонент системы – глобальная открытая программная платформа (*Global Participatory Platform*), которая создаст идеальные возможности для краудсорсинга. Доступ к ней смогут получить ученые, программисты, политики, бизнесмены и рядовые пользователи. Дирк Хельбинг условно сравнивает этот компонент системы также с магазином приложений *AppStore*: «Люди смогут загружать сюда свои программы и данные, оставлять на них отзывы и ставить оценки качеству, комментировать». На основе предоставленного доступа к данным можно будет смоделировать любой интересующий вас процесс. Если нужного для этого софта не найдется, пользователи сами смогут создавать необходимые надстройки, загружать их для общего пользования – для свободного распространения или за деньги. «Это приведет к созданию информационной и инновационной экосистемы, развивающейся за счет тех данных, которыми люди будут обмениваться». Дирку Хельбингу можно верить: он эксперт мирового уровня в области изучения сложных самоорганизующихся систем.

### **Глобальный перекресток**

Олимпийский парк в Сочи – один из главных объектов зимней Олимпиады-2014. Как будут себя вести 90 тыс. людей на территории этого кластера в обычных и в форс-мажорных условиях? Поведение пешеходов – это системное явление. Для того чтобы сделать безопасными такие крупные объекты, организовать движение, схему входов-выходов и пути эвакуации, предварительно проводится имитационное моделирование поведения толпы с использованием мощных компьютеров и специальных программ. Как сообщалось в специализированной прессе, для расчета характеристик сочинского парка была применена программа, использующая именно модель Дирка Хельбинга (ее также называют моделью социальных сил).

Изначально основные методы моделирования сложных систем разрабатывались физиками и математиками, но они оказались применимы и к объяснению химических, биологических, экономических и социальных процессов. Сам Дирк Хельбинг окончил физический факультет Геттингенского университета, и его магистерская дипломная работа была посвящена как раз динамике пешеходных потоков. Этой темой он занимался на протяжении всей своей научной карьеры, разрабатывал алгоритмы управления трафиком и даже имеет патент на устройство самоорганизующихся систем светофоров.

Уличный поток – лишь один из примеров сложной многоагентной системы, к которым относятся также компании и более крупные людские сообщества. Это объясняет, почему Дирк Хельбинг в свое время заинтересовался социологией. Беседуя с Эвелиной Закамской на фоне книжных стеллажей в своем рабочем кабинете, профессор признался, что заняться моделированием социальных процессов его еще 30 лет назад вдохновила серия романов Айзека Азимова «Основание». Возможность понять движущие силы истории и предсказывать будущее – эта идея показалась молодому физика очень привлекательной.

Даже сейчас, на пороге своего 50-летия, член Академии наук Германии Дирк Хельбинг все еще похож на увлеченного молодого ученого. У него чрезвычайно широкий круг научных интересов: антикризисное управление, менеджмент катастроф, новая экономика, компьютерное моделирование экономических игр. Он стал энтузиастом междисциплинарных исследований и представляет свой проект публике как «ускоритель знаний», который, подобно коллаидеру, позволит сталкивать между собой частицы данных, чтобы получать новые знания об окружающем мире.

Как научный руководитель *FuturICT*, Хельбинг пропагандирует также тесное межнациональное и межкультурное взаимодействие. «У нас более 2 тыс. сторонников. Мы имеем междисциплинарные сообщества в 25 странах Евросоюза, но есть ученые и из США, Мексики, ЮАР, России, Китая, Сингапура, Японии и Австралии. Каждый день новые люди, включая творческих работников, политиков и бизнесменов, проявляют все большую заинтересованность в нашем проекте». Задача перед этим сообществом стоит сверхсложная, амбициозная, требующая финансирования на государственном уровне. Но Хельбинг уверен, что «каждые доллар, евро или рубль, которые мы вложим в “Симулятор живой Земли”, окупят себя с лихвой – ведь мы получим важнейшую информацию, расширяющую наши возможности в принятии решений». В Швейцарии, где живет и работает Дирк Хельбинг, подсчитали, что даже затраты на содержание местной службы прогнозирования погоды окупаются пятикратно. Что и говорить про возможность предупреждения таких серьезных глобальных проблем, как эпидемии, рост криминала и этнические конфликты.

Почему прогноз *LES* не может быть точным? Динамика социальных систем определяется не только свойствами элементов и связями между ними, но и фактором случайности. «Некоторые ученые, исследующие характер поведения человека и оперирующие огромным количеством данных о нашей повседневной деятельности, утверждают, что люди гораздо более предсказуемы, чем элементарные частицы. Но все-таки не полностью. Как раз элемент непредсказуемости позволяет развиваться нашему обществу. Случайность нам жизненно необходима», – пояснил профессор съемочной группе «Идей».

Рассказывая об опасности глобальных кризисов, Дирк Хельбинг часто приводит примеры из собственного опыта моделирования поведения толпы. Возникновение давки в общественных местах – пример того, как ведут себя сложные системы. Ни один из членов толпы не хочет чужой смерти, но в какой-то момент возникает каскадный эффект и ситуация выходит из-под контроля. То же и в более сложных системах. Жители многих стран Земли уже переживали блэкауты, когда авария на местной электростанции провоцировала цепную реакцию по всей энергосистеме и приводила к проблемам на уровне целого региона. Столкновения на дорогах, коллапс железнодорожного сообщения, обесточивание больниц, мародерство – однажды каскад таких событий может быть запущен и на глобальном уровне: например, стихийным бедствием, действиями киберпреступников или спекулятивной атакой на какую-то из валют.

Поводом к созданию мегасимулятора, собственно, стал экономический кризис в странах ЕС. Шок от тех событий привел многих ученых и общественных деятелей к пониманию того, что экономические модели прошлого века неадекватны для описания реалий информационного общества. «Мы используем устаревшую теорию, и это только углубляет кризис», – неоднократно заявлял в своих интервью Дирк Хельбинг. Кроме того, он уверен, что необходимо отказаться от теорий, которые ставят в основу строго рациональное поведение и эгоистические мотивы мотивированного выгодой *Homo oeconomicus*. В условиях развитого информационного общества и большого количества взаимных связей на смену ему все чаще приходит *Homo socialis* – человек, более склонный к кооперации и альтруистическому поведению.

### **Дивный новый мир**

В Интернете процессы кооперации и самоорганизации сейчас особенно заметны. Рекомендательные системы все больше вытесняются гибкими, репутационными и рейтинговыми. Для производства идей и контента широко используется краудсорсинг. Один из главных вопросов, который сейчас волнует Хельбинга, таков: «Сможем ли мы построить наше общество аналогичным образом, как саморегулирующуюся систему? Конечно, это не произойдет само собой, а потребует четких правил игры. Это очень интересный вопрос – какие должны быть правила, чтобы такая

саморегулирующаяся система существовала и развивалась?» Уже сейчас ясно, что социальные институты, налоговое и трудовое законодательство, авторское право к новым реалиям совершенно не готовы.

По мнению футурологов, большую часть квалифицированного труда скоро смогут выполнять компьютеры, и для человека изменится сам характер занятости. Исчезнет понятие постоянного места работы, люди будут объединяться лишь для участия в краткосрочных проектах для выполнения креативных задач. С повсеместным внедрением 3D-принтеров пассивные потребители товара превратятся в его сопроизводителей. Личные данные, вероятно, станут объектом лицензирования и нашим собственным нематериальным активом, сформируется их рынок, мы будем обменивать возможность следить за собой на какие-то виртуальные блага. «Нам придется заново изобретать роль человека в новом мире. Вся наша жизнь изменится в течение следующих 10-20 лет», - предсказывает Дирк Хельбинг.

Грядущее царство больших данных часто сравнивают с обществом Большого Брата. Существует мнение, что от приватности в XXI в. человечеству придется отказаться. При таком количестве следящих устройств, фиксации цифрового следа интернет-сайтами и архивировании всего и вся анонимизироваться будет просто невозможно. Но профессор Хельбинг полагает, что полная потеря личного пространства нам не грозит, потому что публичное и приватное – две стороны одной медали. Эти сферы не могут существовать одна без другой, они обе важны для функционирования общества и поддержания социального разнообразия – этой движущей силы инноваций.

В связи с предлагаемыми концепцией *FuturICT* техническими решениями, конечно, возникает множество этических вопросов. Например, как быть с искушением информационного манипулирования, когда возможен вброс недостоверных данных в систему? На обеспокоенность Эвелины Закамской человеческим фактором профессор Хельбинг ответил туманно: «Важно строить так называемые плюралистические системы, которые позволят увидеть проблему с разных точек зрения». Что касается последующего принятия решений, то здесь все тоже упирается в чистоту личных мотивов: «Смысл не в том, чтобы симулятор сделал выбор за нас и сообщил, что именно нужно предпринять. Окончательный вывод делается на основе двух вещей – полученной информации и вашей собственной системы ценностей».

Но даже если задуманная учеными система позволит предотвратить техногенный или экономический армагеддон, еще остается опасность стать пленниками искусственного интеллекта. «Нас может ждать сильное потрясение – например режим террора, когда компьютеры будут командовать, а мы превратимся лишь в выполняющие приказы шестеренки в глобальном часовом механизме», - предостерегает профессор Хельбинг. Впрочем, сам герой «Идей, меняющих мир» видит будущее скорее эпохой всеобщего креатива и виртуального творчества: «Люди смогут создавать собственные маленькие вселенные, соответствующие их личностям, окружению. Можно будет выбрать мир, который вам нравится, и жить в нем по несколько часов в день. Это обязательно произойдет!»

Нынешних школьников, которым предстоит провести взрослую жизнь в новом мире, этот прогноз Дирка Хельбинга наверняка обрадует.

## НЕКОТОРЫЕ НОВОСТИ НАУКИ

---

[http://lenta.ru/news/2015/03/10/plane/21:56\\_10\\_марта\\_2015](http://lenta.ru/news/2015/03/10/plane/21:56_10_марта_2015)

### **Самолет на солнечных батареях приземлился в индийском Ахмедабаде**

Самолет на солнечных батареях «Солнечный импульс 2» (Solar Impulse 2) приземлился в индийском городе Ахмедабад, завершив второй этап кругосветного полета. Об этом сообщают организаторы проекта в Twitter.

Посадку произвел пилот-швейцарец Бертран Пикар в 23:25 по местному времени (20:55 мск). До этого, в понедельник, 9 марта, самолет совершил перелет из Абу-Даби в столицу Омана, Маскат.

Планируется, что за пять месяцев летательный аппарат преодолеет 35 тысяч километров. Дальнейший маршрут проляжет в Китай, затем перелет продлится через Тихий океан, США и страны Европы. В воздушное пространство России аппарат не будет входить, на маршруте будет совершено 12 посадок. Самолет пилотируют Андре Боршберг и Бертран Пикар.

Первый самолет этой серии — Solar Impulse — был представлен публике в 2009 году. Основной целью проекта является создание аппарата, использующего для полета исключительно солнечную энергию. Теоретически самолет может находиться в воздухе круглосуточно, так как излишки солнечной энергии, полученной за день, накапливаются в системе конденсаторов, которые можно использовать при полете ночью.

«Солнечный импульс 2» — улучшенный вариант первого образца. Его презентация состоялась 9 марта 2014 года. За это время самолет прошел испытания. Размах крыльев машины — 72 метра, вес — около 2,3 тонны. На самолете установлены 17 тысяч солнечных батарей, от которых работают четыре электромотора. Крейсерская скорость воздушного судна составляет около 140 километров в час. Электроконденсаторы могут продержат аппарат на высоте 8500 метров всю ночь.

Несмотря на возможность беспосадочного полета, организаторы проекта предусмотрели длительное, до нескольких недель, пребывание самолета на земле, чтобы переждать торнадо и другие неблагоприятные метеоусловия.

<http://www.vokrugsveta.ru/news/222010/>

### **Итальянский хирург планирует провести первую в мире трансплантацию головы**

<http://q99.it/RNNzE6p>

Итальянский нейрохирург Серджо Канаверо утверждает, что уже через два года сможет опробовать методику, позволяющую пересадить голову от одного человека к другому.

Такая операция позволила бы спасти жизни людей, организм которых им по какой-то причине отказывает, например онкологическим больным или людям с травмой позвоночника. То, что такая операция теоретически возможна, доказывает эксперимент, проведенный еще в 1970-х, — тогда одной обезьяне была пересажена голова другой. Животное перенесло операцию и прожило еще девять дней, после чего его иммунная система отвергла новую часть тела. Серджо Канаверо считает, что сейчас подобная операция может быть выполнена успешно, весь вопрос в том, будет ли она разрешена и получит ли он финансирование. Если да, то первая пересадка головы может состояться уже в 2017 году. По мнению хирурга, она должна проходить следующим образом: у пациента и донора, погруженных в искусственную кому, будут одновременно ампутированы головы. После чего голова пациента будет перемещена на донорское тело, а фрагменты позвоночника будут «склеены» с помощью специального вещества. Затем будут сшиты концы мышц и «спаяны» кровеносные сосуды. Наконец, пациента погрузят в искусственную кому на

четыре недели — на то время, пока голова и тело будут адаптироваться друг к другу. Предполагается, что когда пациент выйдет из комы, он сможет двигаться, ощущать тело как свое и говорить таким же голосом, что и до операции. А мощные иммунодепрессивные средства должны предотвратить реакцию отторжения. Впрочем, не все хирурги разделяют оптимизм Серджи Канаверо. Некоторые врачи полагают, что операция слишком сложна и чревата большим количеством осложнений. Кроме того, возникает ряд этических вопросов. С. Лахути

<http://www.vokrugsveta.ru/news/221323/>

### **Обнаружен самый прочный биоматериал на Земле**

19 февраля 2015 года, 18:18 Ученые из Университета Портсмута (Великобритания) обнаружили, что самый прочный биологический материал — это зубы моллюска под названием морское блюдечко. Морские блюдечки используют язык, покрытый крошечными зубами, чтобы соскрести еду с камней и перемещать ее в рот. Вместе с пищей они съедают и каменную крошку. Зубы блюдечек состоят из минерально-белкового композита. Этот композит прочнее не только всех природных материалов, но и большинства созданных человеком. Зубы состоят из крошечных волокон железной руды, проходящих через белковую базу и специфическим образом соединенных между собой. По мнению ученых, это открытие поможет улучшить искусственные материалы, используемые в строительстве самолетов, машин, кораблей и даже в изготовлении пломб. Чтобы определить прочность зубов морских блюдечек, ученые придали им форму песочных часов, прикрепили с двух сторон к рычагам в атомно-силовом микроскопе и стали «растягивать», пока зубы не сломались в самом тонком месте: центральная часть образцов оказалась в 100 раз тоньше человеческого волоса. Эксперимент показал, что прочность материала составляет около 5 гигапаскалей — прочнее большинства видов шелка, который до сих пор считался одним из рекордсменов по прочности среди природных материалов. Напомним, что в прошлом году канадские ученые изобрели стекло, которое при падении деформируется, но не бьется, — их вдохновили на это морские ракушки. Исследовав структуру ракушек, ученым удалось увеличить прочность стекла в 200 раз.

<http://www.vokrugsveta.ru/news/221256/>

### **Отобраны 100 кандидатов для полета на Марс, среди них есть пятеро россиян**

Проект Mars One, главной целью которого является колонизация Красной планеты начиная с 2024 года, объявил об отборе 100 кандидатов для первого полета на Марс — 50 мужчин и 50 женщин. Среди них оказались пятеро россиян. Это уже третий этап отбора потенциальных участников. Изначально о своем желании присоединиться к экспедиции заявили 202 586 человек. На втором этапе их осталось 660. Теперь, после онлайн-интервью, в списке кандидатов на полет осталось 100 человек. Свои резюме присылали желающие со всего мира. В результате в отобранную сотню вошло 39 кандидатов из Северной и Южной Америки, 31 кандидат из Европы (в том числе пять из России), 16 из Азии, 7 из Африки и 7 из Океании. Россию на данном этапе представляют химик Владислав, географ Оксана, журналист Анастасия, психолог Екатерина и физик Татьяна. В процессе дальнейшего отбора участники должны будут пройти тренировку в копии будущего марсианского аванпоста, чтобы в дополнение к личным знаниям, навыкам и способностям продемонстрировать умение работать в команде. Напомним, что около года назад нидерландские ученые пришли к выводу: почва на Марсе может быть пригодна для сельскохозяйственных посадок. Во время уникального 50-дневного эксперимента 14 разных видов растений выращивались в искусственной «марсианской» земле, сделанной на основе вулканической почвы с Гавайев. Правда, по мнению ученых из Массачусетского технологического института, люди смогут прожить на Марсе только 68 дней, после чего, с большой вероятностью, начнут погибать. Другая проблема — огромное количество запчастей, необходимых колонии для нормального функционирования, которое будет постоянно расти: это сделает цену операции непомерной.

[http://www.gazeta.ru/science/news/2015/03/10/n\\_6998741.shtml](http://www.gazeta.ru/science/news/2015/03/10/n_6998741.shtml)

## **Ученые приблизились к успешному воспроизведению процессов фотосинтеза**

Специалисты смогли усовершенствовать технологию, позволяющую воспроизводить процессы фотосинтеза и тем самым получать энергию от солнечного света. Статья, рассказывающая о достижении ученых, была [опубликована](#) в журнале [PNAS](#).

Исследования направлены на искусственное воспроизведение первой стадии фотосинтеза в растениях — разложение воды на водород и кислород под воздействием солнечного света. Получающийся в результате этого процесса водород может быть использован в экологически чистых двигателях для производства энергии.

Специалисты называют устройство, разлагающее воду на составляющие молекулы, «искусственный лист». Он состоит из двух электродов и мембраны между ними. В электродах происходит процесс насыщения воды кислородом под воздействием солнечных лучей, а также перекombинация молекул воды и превращение ее в водород. Ранее эти устройства имели существенный недостаток: материалы, из которых они изготавливались, портились под воздействием воды. Ученые создали специальную пленку, состоящую из оксида никеля, которая предохранит от порчи «искусственные листья». Более того, пленка ускорит и облегчит протекание химических процессов внутри генератора.

[Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS](#)

[http://www.gazeta.ru/science/news/2015/03/09/n\\_6994761.shtml](http://www.gazeta.ru/science/news/2015/03/09/n_6994761.shtml)

## **Астрономы утверждают, что потенциально обитаемая планета GJ 581d все же существует**

Ученые заявили, что потенциально обитаемая планета типа Земли GJ 581d, находящаяся в зоне обитаемости звезды Глизе 581, все-таки существует, несмотря на прошлогодние опровержения этого факта. С полным отчетом о работе специалистов можно ознакомиться в журнале [Science](#).

Сигнал от планеты GJ 581d был зафиксирован астрономами еще в 2009 году. Планета находится в обитаемой зоне звезды Глизе 581 из созвездия Весов, находящейся в 20,4 световых года от Земли. Тем не менее в 2014 году ученые опровергли существование этой планеты, заявив, что сигнал был ошибочным. Однако исследователи из Лондонского университета королевы Марии вновь утверждают, что планета существует.

Астрономы уверены, что методика, использовавшаяся в прошлом году для проверки изначальных результатов, не может быть применена к изучению таких небольших по массе планет, как GJ 581d. Если выводы ученых верны и GJ 581d действительно находится рядом со звездой Глизе 581, то проверки могут потребовать и выводы о существовании других небольших планет, сделанные по привычной методике.

<http://www.popmech.ru/biology/54583-nayden-sposob-udlineniya-telomer-dlya-prodleniya-zhizni/>

## **Найден способ удлинения теломер для продления жизни**

*Ученые из Стэнфордского университета разработали метод стимуляции концевых участков хромосом, которые отвечают за старение человека.*

[Теломеры](#) — это концевые участки хромосом, которые выполняют защитную функцию. Существует так называемый [предел Хейфлика](#), связанный с сокращением длины теломер — количество делений соматических клеток приблизительно равно 50, после чего клетки начинают проявлять признаки старения. Как показали исследования, восстанавливать ДНК способен фермент [теломераза](#), который воздействует на теломеры, восстанавливая их изначальную длину. Новая [технология](#) использует модифицированную РНК, несущую в себе ген обратной теломеразной транскриптазы (TERT). Введение рибонуклеиновой кислоты многократно повышает

активность теломеразы на 1–2 дня, за которые та активно удлиняет теломеры, и запрограммированная РНК распадается. Полученные в итоге клетки ведут себя аналогично «молодым» и делятся во много раз интенсивнее, чем клетки контрольной группы.

Таким образом удалось удлинить теломеры более чем на 1000 нуклеотидов, что эквивалентно нескольким годам человеческой жизни. Что важно, процесс совершенно безопасен для здоровья и не приводит к неконтролируемому делению клеток: иммунная система просто не успевает отреагировать на введенную в организм РНК, которая бесследно распадается. Открытие поможет увеличить количество клеток для исследований медицинских препаратов и моделирования заболеваний, а в перспективе и для продления жизни.

<http://www.popmech.ru/biology/52656-nobelevskie-premii/#full>

## **Нобелевские премии 2014 в деталях**

В этом году высшие научные премии были присуждены за открытие навигационной системы мозга, за революционные источники света и за преодоление фундаментальных ограничений на разрешающую способность оптического микроскопа.

### ***Физиология и медицина: навигация внутри нас***

Номинация: за открытие клеток, составляющих систему позиционирования в мозге.

Открытия О'Кифа и супругов Мозер прояснили, какие структуры мозга млекопитающих ответственны за распознавание положения тела в пространстве и ориентацию во время движения. В их основу легли многолетние эксперименты на крысах и мышах, начатые О'Кифом в Лондоне еще в конце 1960-х. Тогда считали, что животные действуют под прямым влиянием сигналов от органов чувств. Но существовала и альтернативная теория, предложенная в 1948 году американским психологом Эдвардом Толманом. Толман пришел к выводу, что в мозгу животных формируются ментальные карты окружающей обстановки, которые и служат основой поведения. Однако Толман не мог сказать, какая зона мозга строит эти карты и как они работают. Подступиться к решению этой задачи удалось в конце 1950-х, когда появилась техника мониторинга активности нейронов с помощью вживленных микроэлектродов. Ее и использовал О'Киф. Эксперименты показали, что за анализ информации о пространственном местоположении отвечают некоторые клетки гиппокампа, парного участка архикортекса — старой коры головного мозга. Тогда уже было известно, что гиппокамп исполняет важнейшую роль в процессах запоминания и обучения, однако многие детали его работы были неясны. О'Киф и его коллеги обнаружили в гиппокампе пирамидальные нейроны, которые возбуждаются, лишь если животные оказываются в определенных участках пространства. О'Киф предположил, что именно они и служат основой пространственного картирования, о котором писал Толман. Их назвали клетками места, place cells.

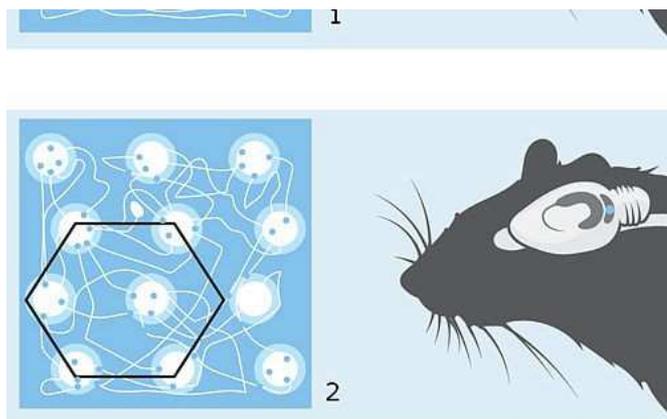
О'Киф предположил, что эти клетки хранят информацию о «метках» пространственного окружения, которые животные воспринимают преимущественно с помощью зрения. Каждому положению животного отвечают определенные сети возбужденных клеток. При перемещении сети изменяются, формируя новые пространственные карты.

Супруги Мозер в 1996 году работали в лаборатории О'Кифа, где освоили его методику регистрации нейронной активности. В 2005 году они обнаружили, что по соседству с гиппокампом, в энторинальной коре головного мозга, имеются нейроны, которые также участвуют в картировании окружающей среды. Они получают информацию от областей мозга, связанных с сенсорными органами, и реагируют на изменения положения головы и тела животного. По-английски их называют grid cells, по-русски — решетчатыми нейронами и нейронами координатной сетки. Они образуют в энторинальной коре многослойные геометрические структуры с треугольной симметрией, которые складываются в правильные шестиугольники. В 1996 году их чисто теоретически предсказал американский нейрофизиолог Уильям Кэлвин, а экспериментально обнаружили супруги Мозер и их коллеги. Решетчатые нейроны обмениваются сигналами с клетками места, локализованными в гиппокампе. Позднее недалеко от энторинальной коры открыли аналоги этих нейронов, которые тоже общаются с гиппокампом. Эта система и осуществляет динамическое картирование окружающей среды, предсказанное Толманом.

Открытия новых лауреатов важны не только для фундаментальной науки. Нейрофизиологи полагают, что навигационная система мозга млекопитающих и человека похожи. Энторинальная кора повреждается на ранних стадиях болезни Альцгеймера. Изучение ее функционирования

обещает дать информацию для борьбы с этим заболеванием и прочими нейродегенеративными расстройствами.

### Система позиционирования в мозгу



- 1) Клетки места — нейроны, которые возбуждаются, когда животное находится в определенных точках пространства. Каждому положению соответствуют сети этих нейронов.
- 2) Нейроны координатной сетки возбуждаются, когда животное находится в углах правильных шестиугольников.
- 3) «Пересечение» сетей клеток места и координатной сетки дает возможность мозгу определить местонахождение в пространстве.

#### **Физика: революция в освещении**

Номинация: за изобретение эффективных голубых светоизлучающих диодов, позволившее создать яркие и экономичные источники белого света.

Светоизлучающие диоды, или просто

светодиоды — это полупроводниковые устройства, преобразующие энергию электрического тока в световое излучение. Этот эффект называется электролюминесценцией. В 1907 году его впервые наблюдал при прохождении тока через кристалл карбида кремния изобретатель-радиотехник Генри Джозеф Раунд, ассистент Гульельмо Маркони. Спустя 16 лет его переоткрыл сотрудник Нижегородской радиолaborатории Олег Лосев, который, как сейчас ясно, вплотную приблизился к изобретению светодиода.

В полупроводники для создания участков с различными типами проводимости вводят специальные добавки. Так, для получения электронной проводимости нитрид галлия можно легировать кремнием, а дырочной — магнием. Для создания эффективных светодиодов необходимо выращивать бездефектные кристаллы полупроводника, а затем легировать их нужными добавками и в нужных пропорциях. Для нитрида галлия это весьма сложно, поэтому технологии производства светодиодов на его основе появились довольно поздно. Исаму Акасаки начал работать с этим веществом в 1974 году. К середине 1980-х годов он, Хироси Аmano и их коллеги разработали недорогой способ получения кристаллов нитрида галлия с высокими оптическими качествами. Для этого они воспользовались методом осаждения вещества на подложку из парогазовой фазы, созданным в первой половине 1970-х. Сходную методику позднее изобрел и Накамура, работавший тогда в японской компании Nichia Chemical Industries. К началу 1990-х годов команды Акасаки и Накамуры разработали технологии получения сплавов нитрида галлия с алюминием или индием и применили их для получения «сэндвичей» из нескольких полупроводниковых слоев (так называемых гетероструктур). Именно на базе гетероструктур обе группы в первой половине 1990-х создали голубые светодиоды, которые освоила полупроводниковая индустрия.

Устройства на голубых светодиодах получили очень широкое распространение. Вместе с диодами, дающими другие цвета, их используют в полноцветных дисплеях и осветительных приборах. Голубые светодиоды служат также основой источников освещения иного типа — они возбуждают своим излучением молекулы люминофоров, а те испускают красные и зеленые фотоны, которые смешиваются с голубыми, что в результате и дает белый свет. Такие светильники обеспечивают световой поток до 300 люменов на ватт потребляемой электрической мощности (для ламп накаливания этот показатель не превышает 17 лм/Вт), а их КПД более 50%. В производстве они дороже лампочек с вольфрамовыми нитями и компактных газосветных люминесцентных ламп, но их стоимость быстро падает, а доступность растет. Поэтому работы новых нобелевских лауреатов представляют не только крупное научно-технологическое достижение, но и реальный инструмент глобальной экономии энергии. Сейчас на освещение тратится 20% мировых электрических мощностей, однако массовое применение светодиодов может уменьшить эту долю до 4%.

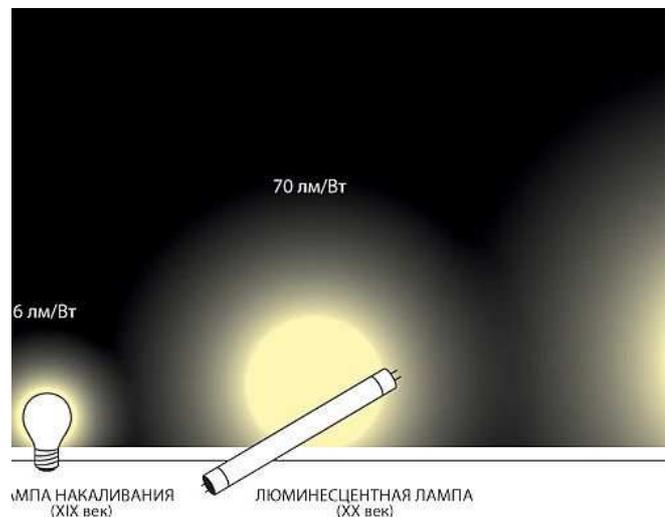
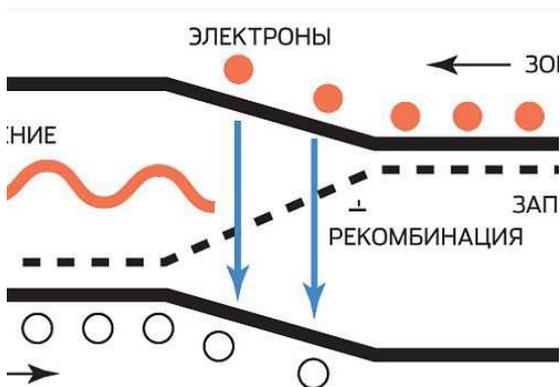


«Главная заслуга нобелевских лауреатов этого года состоит в создании предпосылок для коммерциализации голубых диодов, — считает профессор Ренселлерского политехнического института Михаил Шур. — Голубое свечение нитрида галлия под действием пучка электронов впервые наблюдали в МГУ. Светодиоды на нитриде галлия были изготовлены в 1971 году сотрудниками американской корпорации RCA Laboratories. Однако они давали мало света и не годились для оптоэлектронных устройств. Группа Акасаки смогла создать дырочную проводимость в этом веществе, что и стало прелюдией к разработке эффективных светодиодов. Накамура же первым показал, что подобные приборы способны работать сотни и тысячи

часов, что опять-таки было необходимо для их массового применения. Его же команда впервые получила белый свет с помощью голубых светодиодов и люминофоров».

Как отметил профессор Шур, и физика, и полупроводниковая индустрия прошли долгий и нелегкий путь к созданию и массовому производству голубых диодов. Первые красные диоды поступили в продажу еще в начале 1960-х, а вскоре к ним присоединились и диоды, генерирующие зеленый свет. А вот голубых диодов пришлось ждать еще три десятилетия. Эта задержка наглядно показывает, сколько препятствий пришлось преодолеть их создателям. А сейчас массовое производство светодиодных ламп открыло новую эру в истории осветительной техники. Их доля в развитых странах еще невелика (около 10%), но быстро растет, и через 20 лет, как ожидается, вырастет как минимум до 30%. А к концу нашего века, если не раньше, других светильников, скорее всего, вообще не останется.

### Как работают светодиоды



Работа светодиодов обусловлена процессами в зоне контакта полупроводников с дырочной и электронной проводимостью (так называемые p-n-переходы). На p-n-переходе возникает электрическое поле, которое создает потенциальный барьер, препятствующий перетеканию электронов в область с дырочной проводимостью, а дырок — в электронную. При наложении внешнего поля со знаком «минус» на электронной области высота барьера снижается, поэтому электроны и дырки начинают мигрировать сквозь переход навстречу друг другу. Через миллионные доли секунды они рекомбинируют, излучая кванты света. Светодиоды на основе арсенида галлия генерируют ИК- и красное излучение, фосфида галлия — желтое и зеленое. Приборы на базе нитрида галлия дают голубое, синее и УФ-излучение.

### Химия: оптические супермикроскопы

Номинация: за разработку флуоресцентной микроскопии сверхвысокого разрешения. Работы новых лауреатов привели к появлению двух новых методов оптической микроскопии, позволивших преодолеть так называемый дифракционный предел микроскопических наблюдений

(после объявления номинации среди ученых стала популярна шутка о том, что Нобелевскую премию по химии в этом году получили биологи, разработавшие новые физические методы).

В 1870—1880-х годах немецкий физик Эрнст Карл Аббе показал, что увеличение микроскопа невозможно наращивать до бесконечности — разрешающая способность ограничена волновой природой света. Минимальный размер деталей, доступных наблюдению в обычный микроскоп, составляет от половины до трети длины волны света (в зависимости от коэффициента преломления среды). Поскольку человеческий глаз не воспринимает волны короче 380–400 нм, возможности оптической микроскопии ограничены наблюдением объектов, размеры которых превышают 130–140 нм. Этого достаточно для бактерий, клеток и даже крупных клеточных органелл, таких как митохондрии, но слишком мало для микроскопического исследования вирусов, не говоря уже о белковых молекулах.

В 1980—1990-х ученые нашли ряд возможностей улучшить разрешение оптических приборов, применяемых для исследования микромира. Конфокальные и мультифотонные микроскопы позволили уменьшить минимальный размер различных объектов примерно вдвое, а сканирующие микроскопы ближнего поля — даже десятикратно. Однако микроскопия ближнего поля имеет много ограничений и не может претендовать на широкую применимость. Две технологии оптической микроскопии, отмеченные Нобелевской премией, не только обеспечивают сверхвысокое разрешение, но и могут применяться для наблюдений большого разнообразия объектов. Благодаря им и другим подобным методам оптическая микроскопия быстро превращается в наноскопию. Обе технологии используют опорные сети, состоящие из светящихся молекул. Такие сетки создаются и работают по-разному, но в обоих случаях их элементы регистрируются независимо друг от друга. Поэтому информация с сеток считывается без оглядки на дифракционный предел, что и делает новые методы практически универсальными.

Метод Штефана Хелла основан на так называемом стимулированном истощении эмиссии (Stimulated Emission Depletion, STED). Исследуемый объект метят молекулярными маркерами, флуоресцирующими под действием лазерного излучения (таким объектом может быть молекула ДНК, а метками — флуоресцентные антитела). Однако эти же молекулы можно заставить испускать с некоторой задержкой и фотоны с большей длиной волны, если облучить их другим лазером с должным образом подобранными характеристиками. Пусть первый лазер создает на поверхности образца круглое световое пятно, а лучи второго фокусируются в кольце, накрывающем весь этот круг, кроме центра. Метки в центральной зоне будут светиться на одной длине волны, а метки внутри кольца — на другой, гораздо большей (это и есть истощение флуоресцентной эмиссии). Если настроить приемную систему микроскопа на регистрацию лишь коротковолновых фотонов, участки с истощенной эмиссией как бы погаснут.

Эту систему можно превратить в сканирующий микроскоп, если направлять лазерные лучи в разные участки объекта, регистрировать сигналы от светящихся зон и обрабатывать на компьютере. Если метки плотно покрывают поверхность объекта, то картинки, полученные в ходе такого сканирования, воспроизведут его структуру. Степень разрешения прибора определяется размерами зон с неподавленной эмиссией, которые в принципе могут быть даже нанометровыми.

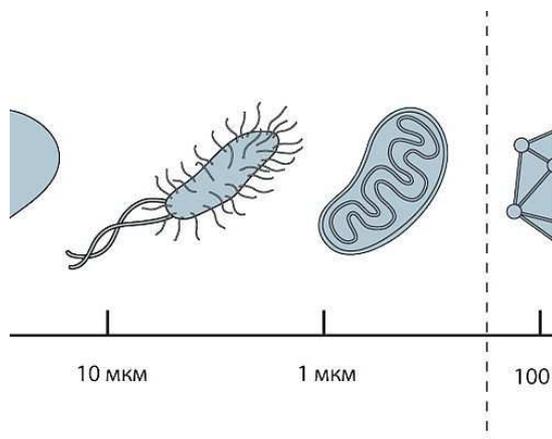
Хелл разработал теорию своего метода в 1993—1994 годах, а в 1999-м продемонстрировал его на практике. Сначала технология STED была немногим лучше конфокальных микроскопов. Сейчас на заводских приборах она обеспечивает разрешение от 30 до 80 нм, а в эксперименте — 2,5 нм.

Второй метод называется PALM, Photoactivated Localization Microscopy. Его главным разработчиком признан Эрик Бетциг (хотя почти такой же вклад внес и его коллега по Институту Хьюза Харальд Гесс). Впервые эта технология была продемонстрирована в 2006 году. Третий лауреат, Уильям Мернер, оптической микроскопией не занимался. Однако PALM использует белки, которые под действием синего или ультрафиолетового света испускают яркое зеленое свечение. Эти так называемые зеленые флуоресцентные протеины (GFP) были впервые выделены из тканей медуз вида *Aequorea victoria*, а позднее найдены и у других морских беспозвоночных (их открытие было отмечено Нобелевской премией по химии 2008 года). Мернер в 1989 году первым в мире изыскал возможность измерить поглощение света одной-единственной молекулой, а через восемь лет открыл способ управлять флуоресценцией отдельных GFP-молекул с помощью лазерного излучения.

Открытием Мернера воспользовались Бетциг с коллегами для разработки технологии PALM. Она основана на использовании лазерного излучения с длиной волны, необходимой для возбуждения зеленых флуоресцентных белков. Образец многократно облучают очень слабыми лазерными импульсами, содержащими небольшое число фотонов. Эти фотоны заставляют светиться белковые молекулы — опять-таки в малом количестве. Поскольку свет случайным образом выбирает эти молекулы на поверхности объекта довольно большой протяженности, почти все они оказываются

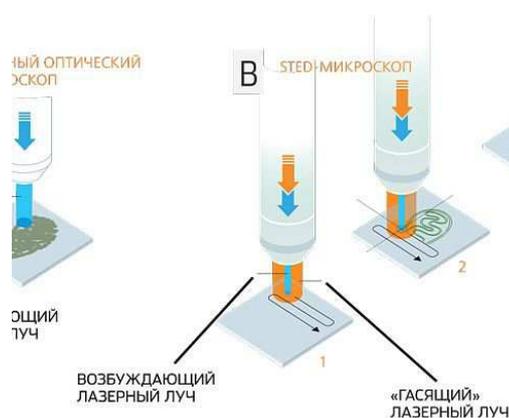
отделенными друг от друга расстояниями, превышающими предел Аббе. Положение каждого светящегося центра можно зарегистрировать с большой точностью с помощью оптического микроскопа. По отдельности такие картинки не слишком информативны, однако компьютерный анализ всех изображений, который делается на основе вероятностных алгоритмов, позволяет восстановить структуру исходного образца. Сегодня PALM обеспечивает разрешение вплоть до 20 нм, и, скорее всего, это еще не предел.

### Невидимая граница



В конце XIX века Эрнст Аббе определил предел разрешающей способности оптического микроскопа, связанный с волновой природой света, как половину длины волны светового излучения. Таким образом, с помощью оптического микроскопа можно рассмотреть все, что крупнее отдельных клеток, сами клетки, их отдельные части (органеллы). Все, что меньше примерно 0,2 мкм — вирусы, молекулы, — в оптический микроскоп не увидят.

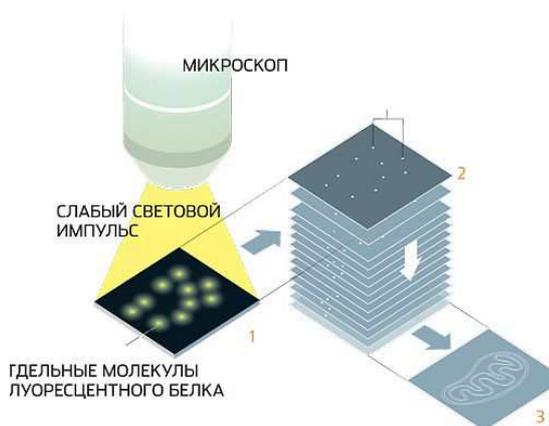
### Технология STED



В обычный микроскоп можно рассмотреть контуры митохондрий, но деталей мельче 0,2 мкм увидеть не удастся.

- 1) Кольцевой лазерный луч «истощает» люминесценцию вокруг центрального нанометрового пятна возбуждающего лазера.
- 2) Образец сканируется лазерными лучами, при этом фиксируется интенсивность люминесценции и координаты луча.
- 3) Итоговое изображение, полученное после сканирования, имеет значительно более высокое разрешение, не ограниченное дифракционным пределом.

### Технология PALM



- 1) Очень слабый световой импульс возбуждает малую часть молекул флуоресцентного белка, расположенных случайным образом. Свечение фиксируется с помощью оптического микроскопа. Процедура повторяется много раз.
- 2) Картинки обрабатываются для увеличения четкости.
- 3) Изображения накладываются, давая итоговую картинку с очень высоким разрешением, значительно превышающим дифракционный предел. На итоговом изображении видны отдельные молекулы флуоресцентного белка.

Подготовила Ольга Платицина

## Эмбриональные стволовые клетки человека

Сергей Львович Киселев, проф., д.б.н. зав. лаб. молекулярной генетики рака Ин-та биологии гена РАН.  
Мария Андреевна Лагарькова, к.б.н., -рук. группы биологии стволовых клеток в том же институте.

Пожалуй, самым молодым направлением современной медицины можно считать клеточные технологии, в которых клетки служат источником тех или иных необходимых факторов, например опухолевых антигенов при вакцинотерапии. Но использовать клетку можно не только как источник каких-либо субстанций, но и для регенеративной медицины. Здесь особый интерес вызывают технологии, основанные на стволовых клетках. Способность к неограниченному делению и к преобразованию в разные типы клеток (так называемая плюрипотентность) делает их идеальным материалом для трансплантационных методов терапии. Наиболее доступными считаются стволовые клетки взрослого организма. Однако реальный потенциал их дифференцировки еще слабо изучен.

Чрезвычайно привлекательны в этом отношении эмбриональные стволовые клетки (ЭСК) человека: из них можно получать любые типы клеток организма. Но многие свойства и клеточные механизмы, связанные с наличием у клетки так называемой «стволовости», ставят ее очень близко к трансформированной, раковой клетке. Именно поэтому так важно сегодня изучать характеристики самих эмбриональных клеток. За восемь лет, прошедших с момента получения первых линий ЭСК человека, удалось выяснить лишь небольшую часть механизмов, обеспечивающих в культуре самоподдержание недифференцированных клеток или их дифференцировку.

Еще недавно количество линий ЭСК человека, доступных для изучения, было невелико. В настоящее время их стало гораздо больше, но методологические трудности и высокая стоимость работы с ними еще ограничивают круг исследователей. Не меньшие ограничения на исследования в области эмбриональных клеток человека накладывает этическая сторона. Несмотря на дебаты об этичности или неэтичности работы с ЭСК человека, очевидно, что вопрос уже не в том, проводить ли исследования в области ЭСК человека, а в том, как будут проводиться исследования в этой области. За последние два года в большом числе стран уже были приняты законы, разрешающие исследования эмбриональных стволовых клеток человека.

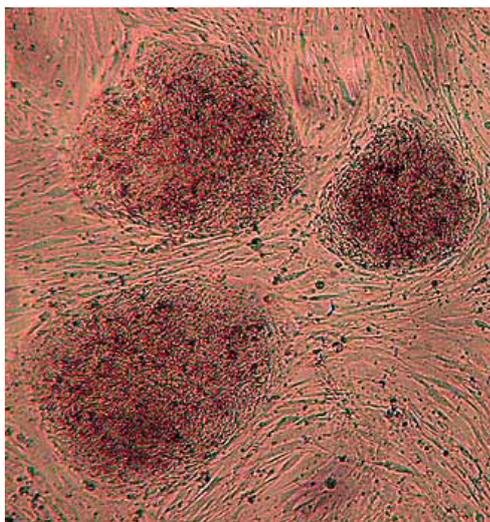
Эмбриональные стволовые клетки получают из внутренней клеточной массы бластоцисты на самых ранних стадиях развития эмбриона, когда она еще не имплантировалась в стенку матки. Именно из клеток внутренней клеточной массы в дальнейшем развивается целый организм. Довольно часто, особенно в русскоязычной литературе, эмбриональными стволовыми клетками называют клетки постимплантационного эмбриона различных сроков развития беременности, которые по своим свойствам скорее схожи с взрослыми стволовыми клетками. Мы же будем говорить только об истинных эмбриональных стволовых клетках, происходящих из бластоцисты, - на той стадии, когда эмбрион состоит из 150-200 клеток трофобласты и внутренней клеточной массы примерно в равном соотношении.

### Стабильные линии

Стабильные клеточные линии ЭСК человека впервые получил американский исследователь Дж.Томсон в 1998 г. [1]. Этому достижению предшествовали работы М.Эванса и М.Кауфмана. В 1981 г. они впервые показали принципиальную возможность получения стабильных культур клеток млекопитающих, обладающих свойством плюрипотентности. Линии ЭСК мыши оставались в культуре *in vitro* в недифференцированном состоянии на протяжении более сотни удвоений, а потом *in vivo* могли участвовать в формировании специальных тканей животного. В 1995 г. Томсон с коллегами, модифицировав технологию выделения мышинных клеток, получил линию ЭСК приматов, а в 1998 г. - и линию клеток человека.

Для получения стабильных линий ЭСК человека берут неостребованные после искусственного оплодотворения бластоцисты человека. Обычно после такой процедуры количество бластоцист больше, чем необходимо реципиенту. Их можно заморозить, уничтожить либо с согласия доноров использовать для научных целей. Лучше всего выделять эмбриональные клетки человека на 4-6-й день после оплодотворения. Сначала с помощью фермента проназы растворяют прозрачную оболочку бластоцисты, а затем методом комплемент-зависимого лизиса удаляют трофобласты. Внутреннюю клеточную массу помещают в культуральную среду на подложку из инактивированных мышинных эмбриональных фибробластов, которые служат источником ростовых факторов. Пересаживая клетки, можно получить клеточную линию, способную к практически

неограниченному делению. Сегодня в лабораториях мира выделено около 150 линий ЭСК. В нашей стране эмбриональные стволовые клетки получены в 2003 г. в Институте биологии гена РАН и в Институте цитологии РАН.



*Рис. 1. Три колонии ЭСК человека. В отличие от ЭСК мыши, человеческие клетки очень плохо растут в виде одиночных клеток, а выживают только в колонии. Увел. 100. Здесь и далее фото авторов*

Эмбриональные стволовые клетки растут плотными колониями клеток на подложке из митотически инактивированных эмбриональных фибробластов мыши (рис.1). Успешность получения линий ЭСК человека довольно высока при использовании морфологически нормальных бластоцист с видимой внутренней клеточной массой, почти половина которых может дать кариотипически нормальные клетки. Эти результаты соответствуют уровню имплантации эмбрионов после пересадки реципиентам. Нарастивать клеточную массу довольно сложно. Мышиные клетки прекрасно растут после ферментативной обработки до единичных клеток, но клетки человека, лишённые межклеточных контактов, обычно гибнут.

Поэтому их разделяют до отдельных фрагментов по 50-500 клеток (либо ферментативной обработкой, либо механически, разрезая на кусочки микроинструментами).

Манипуляции с ооцитами *in vitro* позволяют получать линии ЭСК человека с заданным генотипом и, соответственно, иммунологически совместимые с потенциальным донором. Здесь возможно несколько подходов: перенос ядер соматических клеток, партеногенез или слияние клеток. Перенос ядер соматических клеток довольно часто не совсем корректно называют клонированием. В последние месяцы 2005 г. развернулась детективная история вокруг работ ученых из Сеульского национального университета под руководством В.Хванга. В 2004-2005 гг. в журнале «Science» они опубликовали две работы с описанием методики получения линии ЭСК человека из внутренней клеточной массы, полученной после пересадки ядра соматической клетки в ооцит. К сожалению, работы оказались грандиозной фальсификацией, причины которой до сих пор не выяснены. Не исключено, что все могло быть заранее организовано третьими лицами в коммерческих либо политических целях. Однако эти события не только не снизили интерес к проблеме, но и активизировали работы в этом направлении.

### **Основные характеристики**

Как и все клеточные культуры, эмбриональные стволовые клетки нуждаются в четкой характеристике [2]. Самое простое - это внешнее описание, но оно дает весьма ограниченную информацию о свойствах клеток. В последнее время принято различать клетки по поверхностным антигенам, которые более полно описывают тот или иной тип. Эмбриональные стволовые клетки человека имеют поверхностные иммунологические маркеры, например: SSEA-3, SSEA-4 - антигенные детерминаты (эпитопы) гликолипидов и TRA-1-60, TRA-1-81 - разные эпитопы одного протеогликана клеточной поверхности.

Наличие набора определенных маркеров говорит о принадлежности клеток к ЭСК человека, но не об их способности к длительной пролиферации. Она определяется активностью фермента теломеразы и длиной теломерных повторов. У соматических клеток с ограниченным числом делений длина теломер мала, а теломеразная активность обычно очень невысока. Напротив, у опухолевых клеток активность фермента остается очень высокой, а длина теломерных повторов сохраняется. Этим же свойством обладают и эмбриональные стволовые клетки.

И иммунологические маркеры ЭСК, и высокая теломеразная активность присущи трансформированным клеткам, т.е. клеткам, в которых произошли генетические изменения. Значит, для точной характеристики линий ЭСК человека обязателен анализ кариотипа. Нормальный набор хромосом и отсутствие хромосомных аномалий - это признаки нормального кариотипа, который, однако, в процессе культивирования клеток может быть нарушен. Так, при длительном культивировании (примерно через два года) мы отметили существенное изменение в скорости роста клеток, а также в их способности к дифференцировке. Кариотипический анализ показал нарушения в хромосоме 18 и тенденцию к нестабильности кариотипа. Не исключено, что это и стало причиной аномального поведения клеток в культуре. Впоследствии мы не раз обнаруживали субклоны других линий ЭСК с различными хромосомными aberrациями. Совсем

недавно появилась публикация, подтверждающая наши наблюдения. Следовательно, при длительном культивировании ЭСК человека необходим строгий контроль их кариотипа.

### **Молекулярно-генетические механизмы самоподдержания**

Одно из замечательных свойств эмбриональных стволовых клеток - их способность сохранять плюрипотентность в культуре. На мышинных клетках это легко проверить экспериментально: из одной клетки, культивируемой *in vitro*, можно воссоздать целый организм. Именно так получают животных с генетическим «нокаутом». Суть технологии заключается в том, что генетически модифицированные *in vitro* эмбриональные клетки мыши вводят в бластоцисту, которую имплантируют псевдобеременной мышке. В результате рождаются так называемые химерные мыши, у которых часть клеток - от бластоцисты реципиента, а часть генетически модифицирована. Если такие клетки попадут в зародышевый путь, во втором поколении можно получить животное, все клетки которого будут потомками одной генетически модифицированной эмбриональной клетки.

Эта технология не только позволяет «выключать» определенные гены в строго детерминированных тканях, но «включать» дефектные, создавая модельные системы заболеваний. По понятным причинам такая процедура с клетками человека невозможна. Здесь для проверки плюрипотентности эмбриональные клетки человека вводят иммунодефицитным мышам. В результате у животных формируются доброкачественные опухоли - тератомы, в которых можно обнаружить несколько видов сформировавшихся тканей [3]. Однако для постоянного мониторинга состояния ЭСК и для обеспечения оптимальных условий культивирования такой метод представляется нерациональным. Здесь очень важно выяснить молекулярные механизмы, определяющие специфику эмбриональных стволовых клеток, а именно их способность оставаться в культуре в недифференцированном состоянии. Некоторые механизмы - общие для ЭСК мыши и человека, а некоторые - различны.

В самоподдержании ЭСК участвует транскрипционный фактор OCT4, который проявляется с восьмиклеточной стадии эмбриона мыши. Он необходим для формирования внутренней клеточной массы бластоцист (в клетках трофобласта он отсутствует). Соответствующая активность гена *oct4* поддерживает недифференцированное состояние эмбриональных клеток, а ее повышение или отсутствие вызывает их преобразование в клетки энтодермы и мезодермы или трофобласта соответственно [4]. В клетках соматических тканей экспрессия гена *oct4*, характерная для ЭСК человека, не обнаружена, хотя в последнее время появились сообщения о его низкой активности в стволовых клетках взрослого организма. Даже в начале дифференцировки ЭСК в эмбрионидные тельца активность гена *oct4* снижается.

В поддержании плюрипотентности ЭСК мыши и человека участвует также гомеобоксный транскрипционный фактор NANOG. Если ген *nanog* заблокирован, эмбриональные клетки превращаются в примитивную энтодерму. В отсутствие ростового фактора LIF повышенная активность гена *nanog* обеспечивает плюрипотентное состояние ЭСК мыши. Подобно гену *oct4*, в клетках соматических тканей ген *nanog* не проявляется, за исключением фетального мозга, репродуктивных органов (семенников и яичников) и клеток эмбриональной карциномы. По мере спонтанной дифференцировки ЭСК человека в эмбрионидные тельца активность гена *nanog* снижается.

Кроме генетических механизмов, судьбу клетки определяют и так называемые эпигенетические механизмы (т.е. наследуемые клеткой изменения в функционировании генов, не связанные с изменением последовательности ДНК). Ярким примером их действия может служить инактивация одной из X-хромосом в женских XX-клетках. Эпигенетические механизмы играют существенную роль в процессах раннего эмбрионального развития, контролируя работу генов. Эпигенетическая модификация регуляторных районов генов обеспечивает выключение их функций на последующих этапах развития. Это чрезвычайно важно, поскольку несвоевременная либо нескоординированная работа генов может приводить к гибели клеток или к их трансформации. Например, регуляторный район гена *oct4* эпигенетически модифицирован практически во всех клетках взрослого организма. Такое изменение и составляет одну из основных проблем переноса ядер соматических клеток взрослого организма в ооцит. В нашей лаборатории показано, что и регуляторный район гена *nanog* в клетках взрослого организма эпигенетически модифицирован, что еще больше усложняет перенос ядер.

Современные методы анализа, такие как микрочипы, позволяют достаточно быстро определять активность нескольких тысяч генов, что создает более точную картину молекулярно-генетического состояния клетки. Это особенно важно для длительно культивируемых клеток, предназначенных для терапии.

Говоря о поддержании плюрипотентности эмбриональных стволовых клеток млекопитающих, нельзя не отметить роль внешних ростовых факторов, в том числе и фибробластов в качестве подложки-фидера (от англ. *feed* - кормление, питание). Первые клеточные линии ЭСК мыши и человека получали с использованием первичных мышинных эмбриональных фибробластов, обеспечивающих не только лучший рост клеток, но и их недифференцированное состояние. Позднее их заменили бессмертной клеточной линией. Однако считается, что эти клеточные линии нельзя применять в регенеративной медицине или генной терапии, поскольку от мышинных клеток возможен перенос патогенных микроорганизмов и вирусов. Кроме этого, клетки человека начинают представлять мышинные антигены, что может вызвать отторжение трансплантата. Сегодня для культивирования линий ЭСК человека иногда используются фибробласты крайней плоти человека. В литературе появились отдельные публикации о получении таких линий и в бесфидерных условиях.

### Дифференцировка *in vitro*

*In vitro* спонтанная дифференцировка ЭСК происходит при длительном культивировании прикрепленных колоний и в суспензии по мере роста эмбрионидных телец, которые до некоторой степени служат моделью ранних событий эмбриогенеза. В случае мышинных ЭСК эмбрионидные тельца получаются агрегированием отдельных клеток или групп клеток в сферические структуры. В отличие от мышинных клеток, не все линии человека легко образуют эмбрионидные тельца, и никогда из одиночных клеток. В эмбрионидных тельцах короткого культивирования наблюдаются группы клеток, несущие маркеры, специфические для всех трех зародышевых листков (рис.2), но дальше развитие останавливается. Сегодня четкого ответа о причинах торможения органогенеза нет; вероятнее всего, для этого нужна поляризация эмбриона, диктуемая извне.

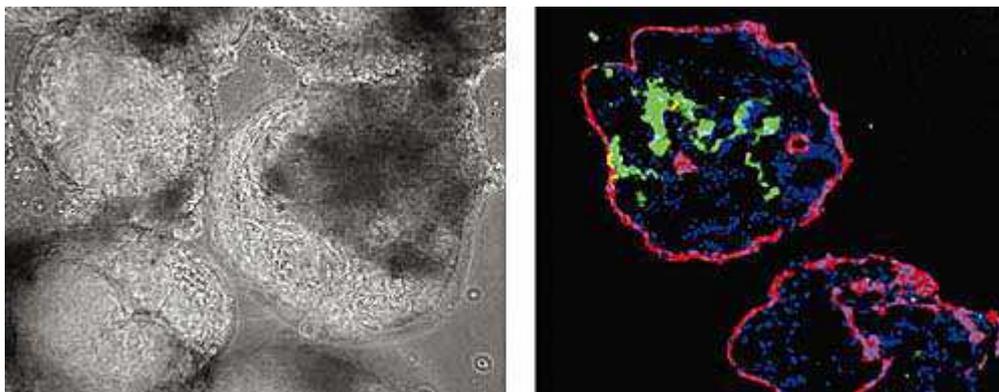


Рис. 2. Эмбрионидные тельца, сформированные ЭСК человека.

По мере созревания внутри плотных клеточных шариков появляются полости, и через некоторое время эмбрионидное тельце превращается в сферу. Справа показано иммуногистохимическое окрашивание срезов эмбрионидных телец антителами к клеткам эпителия (красный), мезодермальным клеткам (зеленый), синим окрашены ядра клеток. Увел. 50.

Эмбриональные стволовые клетки *in vitro* способны преобразоваться в различные клетки, имеющие специфические маркеры нейронов и глии, эндотелия, кератиноцитов, трофобластов, кардиомиоцитов, остеобластов, клеток крови, гепатоцитов, инсулин-продуцирующих клеток и некоторых других [2]. Однако функциональность большинства носителей маркеров еще мало доказана.

В 2001 г. впервые описали дифференцировку ЭСК человека в нейроны и астроциты [5]. Клетки нейроэктодермы, формирующиеся в эмбрионидных тельцах, механически извлекали, помещали в соответствующие условия культивирования (факторы, обеспечивающие пролиферацию клеток), где формировались нейросферы. Нейральные предшественники после пересадки в мозг новорожденных мышей могли образовывать три типа нейральных клеток и не давали тератом.

С тех пор сделано очень много. Найдены факторы, увеличивающие количество нейральных предшественников (ретиноевая кислота, блокатор сигнального пути BMP и др.); показана дифференцировка функциональных нейрональных клеток определенной специализации (например, дофаминергических нейронов). Недавно получены данные о возможности длительного (более 100 пассажей) культивирования нейроэктодермальных предшественников в бессывороточной среде в присутствии ростовых факторов.

Нейрональные предшественники получают через стадию эмбрионидных телец или напрямую из недифференцированных колоний линий ЭСК человека. Нейрональные предшественники можно культивировать в суспензии до 25 пассажей в виде нейросфер в присутствии эпидермального фактора роста и фактора роста фибробластов. При переводе нейросфер на культуральный

пластик, покрытый компонентами внеклеточного матрикса, они прикрепляются и преобразуются в нейроны и астроциты. При добавлении в среду триодтиронина и определенных ростовых факторов в нейросферах появляются предшественники олигодендроцитов. Вероятно, именно олигодендроциты и будут первыми клетками, полученными из ЭСК человека, которые пройдут апробацию при клинических испытаниях лечения травмы спинного мозга. Эти клетки, секретирующие основной белок миелина, необходимы для восстановления поврежденного участка нервной ткани спинного мозга. В США эти испытания планируют начать уже в 2006 г.

Спонтанную дифференцировку ЭСК в кератиноциты из эмбрионидных телец описали в 2003 г. Авторы отметили изменения активности трех маркеров, характерных для формирующихся кератиноцитов (p63, кератин 14, инволюкрин).

Эмбриональные клетки мыши легко дифференцируются в кардиомиоциты. Всего через несколько дней после удаления питательного слоя и фактора LIF, поддерживающего недифференцированное состояние клеток, на культуральных чашках образуются сокращающиеся колонии клеток. В определенных условиях они имеют электрофизиологию нормальных взрослых кардиомиоцитов и, более того, могут функционально интегрироваться в мышцу миокарда. В отличие от мышечных клеток, спонтанная дифференцировка клеток человека наблюдается у разных линий ЭСК - от сокращающихся участков в 70% эмбрионидных телец до полного отсутствия дифференцировки. Предшественники кардиомиоцитов, полученные из ЭСК человека, синтезируют транскрипционные факторы Nkx 2.5, GATA4, а затем и специфические маркеры кардиомиоцитов (тропонин 1 и тяжелую цепь  $\alpha$ -миозина). Мы наблюдали спонтанную дифференцировку ЭСК в кардиомиоциты в двух линиях из трех, причем сокращающиеся участки отмечались в очень небольшом проценте эмбрионидных телец.

Клетки гемопоэтического ряда впервые получили при совместном культивировании ЭСК человека с линиями стромальных фибробластов, а также используя факторы роста гемопоэтических клеток. В эмбрионидных тельцах обнаружена также популяция клеток, обладающих свойствами предшественников гемопоэтических клеток и эндотелиальных (гемангиобласт).

В нашей лаборатории ведутся работы по прямой (т.е. минуя стадию эмбрионидных телец) дифференцировке ЭСК человека в клетки эндотелия и разрабатываются методы их селекции. Используя коллагены в качестве матрикса, специальную среду и ростовые факторы, мы получили клеточные популяции, в которых эндотелиальные клетки составляют около 50%. На коллагеновом матриксе они образуют капиллярподобные структуры, несущие специфические маркеры сосудистого эндотелия (рис.3). Мы успешно применяли метод иммуномагнитной селекции CD31-положительных эндотелиальных предшественников на ранних (4-5-й день) этапах дифференцировки, поскольку на поздних этапах межклеточные контакты в капиллярподобных структурах с трудом поддаются энзиматическому расщеплению и клетки теряют жизнеспособность. В результате селекции нам удавалось выделить гомогенную популяцию эндотелиальных клеток, *in vitro* формирующих капиллярподобные структуры.

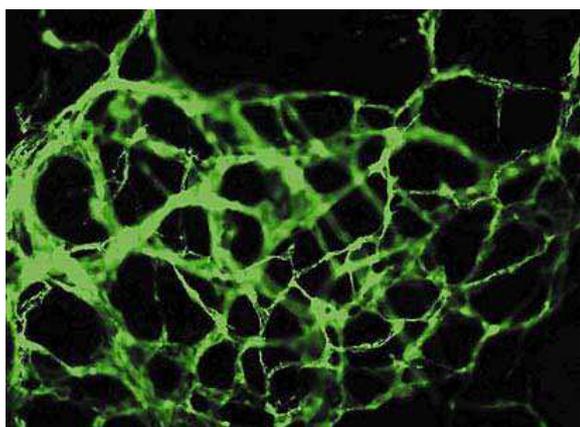


Рис. 3. Эндоваскулярная сеть, образованная *in vitro* чистой выделенной популяцией клеток эндотелия, полученных методом иммуномагнитной сепарации из ЭСК человека (окрашена на маркер CD31). Увел. 200.

Труднее всего оказалось с производными энтодермы. Несмотря на опубликованные сообщения о дифференцировке ЭСК человека в инсулин-секретирующие клетки и гепатоциты, их функциональность не показана. Более того, по белковым и генетическим маркерам они не полностью совпадают с зрелыми инсулин-секретирующими клетками или гепатоцитами. Пока неизвестны факторы, определяющие преобразование в энтодерму, и маркеры ранней энтодермальной дифференцировки.

Итак, сегодня ясно, что для наработки массы клеток разных типов уже имеется разработанная модель дифференцировки, которая должна соответствовать определенным требованиям:

- эмбриональные стволовые клетки нужно культивировать в стандартизованных условиях с отработкой генетических манипуляций и соблюдением технологии клонального роста;
- индуцированную дифференцировку необходимо вести преимущественно к желаемому клеточному фенотипу и иметь возможность селекции нужных популяций клеток;

- все этапы дифференцировки должны быть воспроизводимы и контролируемы, а действие факторов, ее индуцирующих, хорошо известно;

- желательно также избегать многокомпонентных нестандартизованных факторов, таких как сыворотка, кондиционированная среда, клеточные экстракты и т.д.

Таковы научно-технологические аспекты разработки клеточных технологий на основе ЭСК человека. Одновременно с этим существует целый ряд этических проблем, связанных с исследованием и применением человеческих ЭСК.

Вокруг линий ЭСК человека продолжаются бесконечные дебаты, касающиеся моральной стороны проблемы, а именно возможного использования невостребованных бластоцист для выделения ЭСК. Ответа на этот вопрос до сих пор нет. Здесь хочется привести высказывание известного ученого в области раннего эмбрионального развития профессора В.Рейка: *«Пока с помощью этой технологии кого-нибудь не спасут, разговоры об этичности и запреты на исследования не прекратятся»*.

Стремительное развитие исследований в области стволовых клеток человека стимулировало штат Калифорния принять Предложение 71 о выделении 3 млрд долл. на 10 лет для получения новых клеточных линий ЭСК. В мае 2005 г. Национальная академия наук США призвала к добровольному принятию этических правил в области исследования ЭСК человека. Эти правила касаются информированного согласия доноров, запрещения оплаты донорского материала, работы банков ЭСК, создания наблюдательных комитетов. Все 23 предложенных правила приняты к исполнению академическими и научными организациями штата Калифорния, вовлеченными в работу с ЭСК человека. Чуть позже FDA (Food and Drug Administration) издала инструкцию по скринингу и тестированию доноров человеческих клеток, тканей и продуктов, основанных на клетках. В некоторых странах Европейского сообщества в течение 2004-2005 гг. принят ряд законов, разрешающих исследования в области ЭСК человека.

Уже активно обсуждаются правила проведения первой фазы клинических испытаний на основе клеток, полученных из ЭСК человека. При этом преследуется основная цель - не навредить будущему реципиенту, поскольку эти трансплантаты существенно отличаются от традиционных. Во-первых, значительный период проходит между получением биологического материала и его применением. За это время могут обнаружиться новые заболевания доноров или те, которые не смогли определить при получении биологического материала. Кроме инфекционных, с течением времени у доноров клеточного материала могут проявиться генетические заболевания, в том числе такие, как наследственная предрасположенность к раку. Более того, применение иммуносупрессоров при трансплантации реципиентам аллогенного материала повышает риск онкологических и инфекционных заболеваний. И, наконец, если пересадка материала, полученного на основе ЭСК человека, окажется эффективной, то материал единичных линий будет применяться для большого количества пациентов. Поэтому одной из основных этических проблем, ожидающих клеточную терапию на основе ЭСК человека, будет проблема повторного контакта и обследования доноров биологического материала. Таким образом, развитие клеточных технологий на основе аллогенного материала, в том числе и ЭСК, приводит к новым вопросам этического характера, разрешить которые необходимо до начала клинических испытаний.

Итак, сегодня рано говорить о применении клеточных имплантатов, полученных на основе ЭСК человека. Остается слишком много нерешенных задач, главные из которых заключаются в безопасности использования таких имплантатов. Их реальную эффективность и безопасность можно будет оценить лишь после проведения длительных и тщательных клинических испытаний. Тем не менее, по оценке многих зарубежных консалтинговых компаний, технологии на основе ЭСК будут применяться в клинике уже на рубеже 2012-2015 гг.

#### **Литература**

1. Thomson J.A., Itskovitz-Eldor J., Shapiro S.S. et al. // Science. 1998. V.282. №5391. P.1145-1147.
2. Pera M.F., Trounson A.O. // Development. 2004. V.131. №22. P.515-525.
3. Reubinoff B.E., Pera M.F., Fong C.Y. et al. // Nat. Biotechnol. 2000. V.18. №4. P.399-400.
4. Niwa H., Miyazaki J., Smith A.G. // Nat. Genet. 2000. V.24. №4. P.328-330.
5. Reubinoff B.E., Itsykson P., Turetsky T. et al. // Nat. Biotechnol. 2001. V.19. №12. P.1134-1140.

## К лекции М.З Берколайко и С.В.Харитона «Математика и музыка – Эвересты русской цивилизации»

---

Дорогие друзья!

Мы решили привести список самых (на наш взгляд) замечательных математиков 19 и 20 веков, прославивших русскую цивилизацию

Многие из вас математику не понимали, а потому боялись – что ж, это не только ваша беда... право же, если бы большая часть человечества математику понимала и любила, то глупостей и зла на Земле творилось бы гораздо меньше!

Многие слова из приводимых нами биографических очерков покажутся вам относящимися к малоизвестному, но явно иностранному языку. В каком-то смысле это так и есть – математики создали вроде бы свой, недоступный для непосвященных, язык, но все дело в том, что на нем говорит Природа, он отражает Гармонию Мироздания и в нем сокрыта Красота, с которой трудно соперничать даже самым гениальным живописным полотнам и художественным текстам.

Многие из тех, о ком мы пишем ниже, вам неизвестны... Жаль! – эти люди, со своими непростыми судьбами, сложными характерами и извинительными слабостями продвигали Человечество по единственно достойному его пути – пути познания. Их прорывные идеи, их решения казавшиеся нерешаемыми задач обеспечили рождение тех благ цивилизации, которые определяют теперь наше существование... но даже и не в благах дело, а в том, что жизнь каждого из этих людей была ярчайшим проявлением величия человеческого Духа.

Да-да, не только Разума, а именно Духа, потому что братья за решение сверхсложных задач, понимая, что можешь и не решить, то есть, *потратишь впустую* столько сил, нервов и времени... а жизнь так коротка ...

Понимать это – и все же братья...

Понимать это, изнемогать в никому не заметной битве, но биться...

В чем, скажите, торжество Духа над прагматизмом может выразиться полнее?!

**Лобачевский Николай Иванович** (1792 – 1856) – выдающийся русский математик, создатель неевклидовой геометрии, деятель университетского образования и народного просвещения. Осознание того, что у евклидовой геометрии имеется полноценная альтернатива, произвело огромное впечатление на научный мир и придало импульс другим новаторским идеям в математике и физике. В частности, геометрия Лобачевского оказала решающее влияние на появление римановой геометрии, «Эрлангенской программы» Феликса Клейна и общей теории аксиоматических систем

**Чебышев Пафнутий Львович** (1821 – 1894) – выдающийся русский математик и механик, основоположник петербургской математической школы, академик Петербургской академии наук с 1859 года. Основные математические исследования П. Л. Чебышёва относятся к теории чисел, теории вероятностей, теории приближения функций, математическому анализу, геометрии, прикладной математике. Творческий метод Чебышёва отличало стремление к увязке проблем математики с вопросами естествознания и техники и к соединению абстрактной теории с практикой.

**Ляпунов Александр Михайлович** (1857 – 1918) – выдающийся русский математик и механик, академик Петербургской Академии наук с 1901 года. Создатель теории устойчивости равновесия и движения механических систем с конечным числом параметров. Работы в области дифференциальных уравнений, гидродинамики, теории вероятности.

**Лузин Николай Николаевич** (1883 - 1950) — создатель московской математической школы, академик АН СССР (1929). Профессор Московского университета (1917). Иностраный член Польской АН (1928), почётный член математических обществ Польши, Индии, Бельгии, Франции, Италии. Награждён орденом Трудового Красного Знамени (1945). Один из основных создателей дескриптивной теории множеств и функций. В математике есть много результатов и понятий, связанных с именем Н. Н. Лузина: Пространство Лузина, Теорема Лузина (и не одна), теоремы делимости Лузина, теорема Суслина — Лузина о существовании борелевского множества на

плоскости с неборелевской проекцией, теорема Лузина о категории множества точек абсолютной сходимости тригонометрических рядов.

**Бернштейн Сергей Натанович** (1880 – 1968), академик АН СССР (1929). В теории вероятностей Бернштейном предложена первая аксиоматика; продолжены и в определённом смысле завершены исследования петербургской школы Чебышёва — Маркова по предельным теоремам; разработана теория слабозависимых случайных величин; исследованы стохастические дифференциальные уравнения и указан ряд применений вероятностных методов в физике, статистике и биологии.

**Колмогоров Андрей Николаевич** (1903 – 1987) - один из крупнейших математиков XX века. Основоположник современной теории вероятностей, им получены выдающиеся результаты в топологии, геометрии, математической логике, классической механике, теории турбулентности, теории сложности алгоритмов, теории информации, теории функций, теории тригонометрических рядов, теории меры, теории приближения функций, теории множеств, теории дифференциальных уравнений, теории динамических систем, функциональном анализе и в ряде других областей математики и её приложений.

**Арнольд Владимир Игоревич** (1937 – 2010) - один из крупнейших математиков XX века, автор пионерских работ в области топологии, теории дифференциальных уравнений, теории особенностей гладких отображений и теоретической механики.. В. И. Арнольд являлся известным критиком существовавших в середине XX века попыток создать замкнутое изложение математики в строгой аксиоматической форме с высоким уровнем абстракции.

**Синай Яков Григорьевич** (род 1935) -действительный член РАН с 1991 года. Иностранное член Британского королевского общества. Член Национальной академии наук США. С 2012 года является действительным членом Американского математического общества. Основные работы лежат в области как математики, так и математической физики, особенно в тесном переплетении теории вероятностей, теории динамических систем, эргодической теории и других математических проблем статистической физики. В числе первых нашёл возможность вычислять энтропию для широкого класса динамических систем (т. н. «энтропия Колмогорова-Синая»).

**Канторович Леонид Витальевич** (1912 - 1986) — лауреат Нобелевской премии по экономике 1975 года «за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов». Один из создателей линейного программирования.. Впервые применил функциональный анализ в вычислительной математике. Развил общую теорию приближённых методов, построил эффективные методы решения операторных уравнений. Развил идею оптимальности в экономике. Установил взаимозависимость оптимальных цен и оптимальных производственных и управленческих решений.

**Соболев Сергей Львович** (1908 – 1989) - один из крупнейших математиков XX века, внёсший основополагающий вклад в современную науку и положивший начало ряду новых научных направлений в современной математике. Открыл новую область в математической физике — функционально инвариантные решения, позволяющие решить ряд сложнейших задач, связанных с волновыми процессами в сейсмологии. Получил ряд важных результатов по аналитическим решениям систем дифференциальных уравнений в частных производных, интегро-дифференциальных уравнений со многими независимыми переменными, предложил новые методы решения задачи Коши для уравнений в частных производных второго порядка. Развивал направление функционального анализа и вычислительной математики для решения задач математической физики. Обосновал теорию пространств функций с обобщёнными производными, вошедшими в науку как пространства Соболева, сыгравшие исключительную роль в формировании современных математических воззрений.

**Никольский Сергей Михайлович** (1905 – 2012) - академик АН СССР с 1972 года. Никольскому принадлежат фундаментальные результаты в области функционального анализа, в теории приближения функций, в теории квадратурных формул, теории вложения функциональных пространств и её приложениям к вариационным методам решения уравнений с частными производными. Большой цикл работ Никольского относится к теории дифференцируемых функций

многих переменных. С. М. Никольский — всемирно признанный глава созданной им большой научной школы по теории функций и её приложениям.

**Келдыш Мстислав Всеволодович** (1911—1978) — выдающийся специалист в области прикладной математики и механики, крупный организатор советской науки, один из идеологов советской космической программы, Академик АН СССР (1946). Келдыш занимался механикой и аэрогазодинамикой летательных аппаратов. Большое значение имеют работы Келдыша, связанные с решением проблемы флаттера, который в конце 1930-х гг. стал препятствием в развитии скоростной авиации. Работы Келдыша в области аэродинамики больших скоростей имели важное значение для развития реактивной авиации. Келдышем были также найдены простые конструктивные решения для устранения явления шимми — самовозбуждающихся колебаний носового колеса шасси самолёта. Был одним из основоположников развёртывания работ по исследованию космоса и созданию ракетно-космических систем. С именем Келдыша связывают развитие в СССР современной вычислительной математики, он руководил работами по созданию советских ЭВМ для расчётов по атомной и ракетно-космической тематике.

**Мухелишвили Николай Иванович** (1891 – 1976) - математик и механик, действительный член АН СССР (1939). Научные достижения Н. И. Мухелишвили относятся к теории упругости, интегральным уравнениям, граничным задачам теории функций; им были даны решения задач, которые встречаются во многих вопросах техники (сопротивление материалов, прочностные расчёты). Работы имели практическое значение при производстве вооружения и боеприпасов.

**Векуа Илья Нестерович** ((1907 – 1977) - первый ректор Новосибирского государственного университета (1959—65 гг.). В 1965—72 гг. — ректор Тбилисского государственного университета. В 1972—77 гг. — президент Академии Наук Грузинской ССР. Основные труды относятся к различным научным направлениям математической физики. Работы в области дифференциальных уравнений с частными производными в основном посвящены созданию аналитической теории обширного класса уравнений эллиптического типа. Векуа внес большой вклад в теорию одномерных сингулярных интегральных уравнений, открыл и исследовал новый класс нефредгольмовых эллиптических краевых задач. В области механики Векуа предложил новый вариант математической теории упругих оболочек. Им решены трудные проблемы малых изгибов поверхностей и тесно с ними связанные задачи безмоментной теории оболочек.

**Лаврентьев Михаил Алексеевич** (1900 - 1980) —основатель Сибирского отделения АН СССР (СО АН СССР) и Новосибирского Академгородка, академик АН СССР (1946) и вице-президент (1957—1976 гг.) АН СССР. Один из крупнейших специалистов в области теории функций комплексного переменного, вариационного анализа и математической физики. Он был не только учёным с мировым именем, но и выдающимся организатором науки, педагогом и воспитателем молодёжи. Им были получены блестящие результаты в математике и механике, многое сделано для развития советского самолётостроения. Он участвовал в работах по созданию отечественного атомного оружия, основал школу по народнохозяйственному использованию взрыва, стоял у истоков разработки первых советских ЭВМ, участвовал в организации Московского физико-технического института — вуза нового типа.

**Гельфанд Израиль Моисеевич** (1913 —2009) — один из крупнейших математиков XX века, биолог. Профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (МГУ) (1941—1990), Ратгерского университета (1990—2009). Основные труды Гельфанда относятся к функциональному анализу, алгебре и топологии. Один из создателей теории нормированных колец (банаховых алгебр), которая послужила отправным пунктом созданной им теории колец с инволюцией и теории бесконечномерных унитарных представлений групп Ли, имеющей существенное значение для теоретической физики. Наряду с этим автор фундаментальных результатов в области теории обобщённых функций, занимался дифференциальными уравнениями, теорией топологических линейных пространств, обратными задачами спектрального анализа, квантовой механикой, динамическими системами, теорией вероятностей, приближёнными и численными методами и другими областями математики. Автор многочисленных работ по нейрофизиологии волевых движений, клеточной миграции в тканевых культурах, протеомике (классификации третичной структуры белков) и алгоритмизации клинической работы врачей.

**Крейн**

**Марк**

**Григорьевич**

([https://ru.wikipedia.org/wiki/3\\_%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8F1907](https://ru.wikipedia.org/wiki/3_%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8F1907) - 1989) — выдающийся математик, автор более 250 работ (в том числе 7 монографий), многие из которых переведены на иностранные языки) по различным разделам алгебры, анализа, теории функций, функциональному анализу, теории интегральных и дифференциальных уравнений, математической физике и аналитической механике.

**Виноградов Иван Матвеевич** (1891—1983) — академик АН СССР (1929). С 1934 года И. М. Виноградов — директор Математического института Академии наук имени В. А. Стеклова, работал в этой должности более 45 лет до своей смерти. Работы Виноградова по преимуществу посвящены аналитической теории чисел. Его главным достижением стала разработка метода тригонометрических сумм, который является сейчас одним из основных методов аналитической теории чисел (<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2,%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87> - cite note-Karatsuba-5). С помощью этого метода он решил ряд проблем, которые казались недоступными математике начала XX века.

**Понтрягин Лев Семёнович** (1908 – 1988) — советский математик, один из крупнейших математиков XX века, академик АН СССР (1958). Внёс значительный вклад в алгебраическую и дифференциальную топологию, теорию колебаний, вариационное исчисление, теорию управления. В теории управления Понтрягин — создатель математической теории оптимальных процессов, в основе которой лежит т. н. принцип максимума Понтрягина; имеет фундаментальные результаты по дифференциальным играм. Работы школы Понтрягина оказали большое влияние на развитие теории управления и вариационного исчисления во всём мире.

**Шафаревич**

**Игорь**

**Ростиславович**

(род. [https://ru.wikipedia.org/wiki/3\\_%D0%B8%D1%8E%D0%BD%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/3_%D0%B8%D1%8E%D0%BD%D1%8F) 1923) — академик РАН (1991). Его выдающиеся работы посвящены алгебре, теории чисел и алгебраической геометрии. В теории алгебраических чисел нашёл самый общий закон взаимности степенных вычетов в полях алгебраических чисел.

**Манин Юрий Иванович** (род. 1937) - алгебраист, алгебраический геометр, член-корреспондент РАН (1991). Внёс важный вклад в разработку теории алгебраических групп; создал метод дифференциальных операторов на алгебраических многообразиях, зависящих от параметра. Первым высказал идею квантовых вычислений.

**Новиков Сергей Петрович** (род. 1938) — академик РАН, доктор физико-математических наук. Автор блестящих работ в области алгебраической и дифференциальной топологии, где он доказал топологическую инвариантность характеристических классов Понтрягина, что подтвердило существование гомотопически эквивалентных, но не гомеоморфных многообразий в высоких размерностях.

**Маслов Виктор Павлович** (род. 1930) — действительный член РАН. Крупнейший специалист в области математической физики, дифференциальных уравнений, функционального анализа, механики и квантовой физики. Разработал асимптотические методы, широко применяемые к уравнениям, возникающим в квантовой механике, теории поля, статистической физике, абстрактной математике, и носящие его имя. Занимался проблемами жидкости и газа, проводил фундаментальные исследования по проблемам магнитной гидродинамики.

## Эмоции в музыке: восприятие расстояний в тональном поле

**Нейропсихолог Марина Корсакова-Крейн о квинтовом круге, улавливании расстояний в тональном пространстве и важности интуиции в восприятии музыки**



Хотя музыка известна как «язык эмоций», источники воздействия музыки на психологическое состояние слушателей все еще неясны. Восприятие музыки — это считывание рисунка слышимой информации. Процесс считывания любой информации и создания осмысленного образа требует подходящей системы отсчета. В музыке системой отсчета является гамма, ноты которой отличаются по звуковысотности и по уровню притяжения к первой ноте гаммы — тонике. Другими словами, в тональной системе отсчета тоника служит центром притяжения. Переход с одного тонального центра на другой (из одной тональности в другую)

в той же самой музыкальной композиции называется тональной модуляцией. Во время этого перехода слушатели интуитивно следуют за переориентацией гаммы с одной тоники на другую.

Для того чтобы получить свободу модуляции, музыкантам пришлось перестроить клавишные инструменты таким образом, что гамма зазвучала систематически слегка фальшиво. Эта болезненная революция восприятия, произошедшая в XVI–XVII веках, была компенсирована свободой движения в тональном пространстве, что дало новое мощное средство выразительности и способствовало созданию новых музыкальных форм. В результате равномерной темперации каждая нота гаммы приобрела потенциальную возможность стать центром системы отсчета, и именно это было необходимо для появления барочной полифонии, сонат, симфоний и опер. Сегодня трудно представить музыку без модуляций.

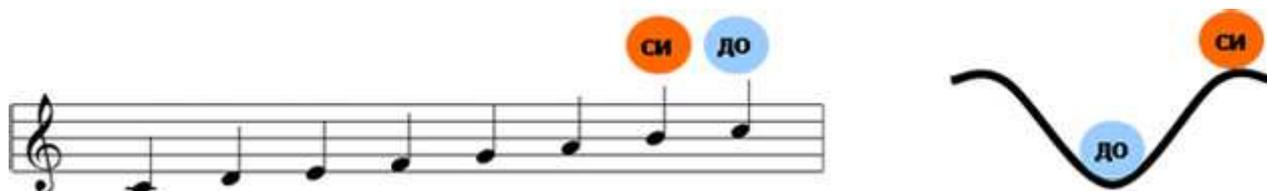
Если представить, что музыкальное произведение являет собой комбинацию нот, находящихся на разных тональных расстояниях друг от друга, то тогда любая музыкальная композиция предстанет в виде путешествия в поле тонов. В нашем поведенческом исследовании мы измерили эмоциональную реакцию слушателей на разные тональные расстояния при помощи модулирующих музыкальных фраз. Для измерения реакции слушателей были использованы шкалы с контрастными прилагательными (семантический дифференциал). В первом эксперименте участники прослушивали короткие аккордовые последовательности, модулирующие во все возможные ступени и во всех возможных ладовых условиях; в каждой последовательности тональная система отсчета плавно переориентировалась с одной тоники на другую. Во втором эксперименте использовались и короткие аккордовые последовательности, и отрывки из музыки классиков и романтиков. Все стимулы во втором эксперименте были в мажорном ладу. Полученные результаты согласуются с принятой теоретической моделью расстояний между тональностями. Кроме того, результаты показали аффективное влияние музыкального стиля и мелодического направления.

### Тональное пространство

У музыки есть удивительная способность кодировать чувственную жизнь людей в самых тончайших деталях. Но науке не известно, что именно дает музыке эту власть над нашим психологическим состоянием. В музыке все абстрактно: в ней нет строго определенных единиц

информации, присущих словам и видимым образам. Именно отсутствие определенности (символической репрезентации) усложняет исследование восприятия эмоций в музыке. Следуя за потоком тонов, звучащих во времени, человеческий разум распознает чувства и общие идеи в звучащей ткани музыки. Эта ткань состоит из тональных расстояний между отдельными звуками и аккордами, организованными вдоль стрелы времени.

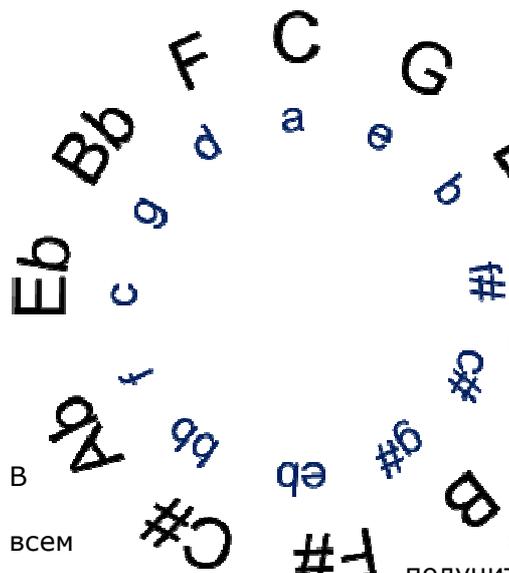
Тональное пространство музыки определяется гаммой. Тона в гамме различаются по высоте, но самое главное — по уровню притяжения к первой ноте гаммы (тоники). Получается, что музыка организована как некое гравитационное поле.



Градиент притяжения, образующий тональное силовое поле  
(иллюстрация для гаммы **До мажор**)

Начиная с XVI века музыканты стали пытаться совершать переходы из одной тональности в другую в той же самой композиции. В результате такого перехода происходит переориентация гаммы на другой тональный центр. Этот процесс называется модуляцией. В музыкальной практике хорошо известно, что модуляции — особенно неожиданные и в дальние тональности — могут производить сильные эмоциональные эффекты.

Обычно расстояния в тональном пространстве объясняют с помощью **квинтового круга**. Долгое время считалось, что автором квинтового круга был Хайнихен, немецкий теоретик, композитор и одно время коллега И.С. Баха. Но недавние публикации русских и украинских рукописей убедили музыкальный мир, что открытие и описание квинтового круга произошло до рождения Хайнихена и Баха — в книге Николая Дилецкого «Идея грамматики мусикийской», написанной в 1675 году.



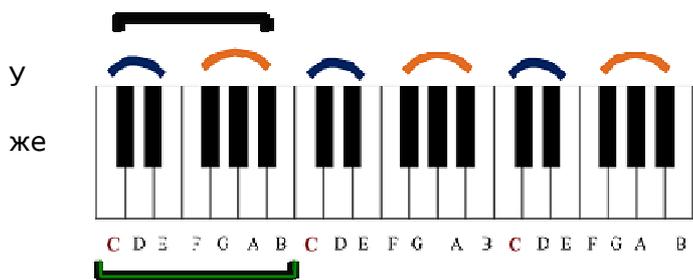
### Квинтовый круг

Двенадцать букв на квинтовом круге обозначают 12 возможных целей переориентации — 12 тоник.

Отдаленность между тониками возрастает по квинтам, отсюда и название «квинтовый круг» (*quinta* — пять, интервал от первой до пятой диатонической ступени в гамме). Тональное расстояние увеличивается и уменьшается согласно логарифмической шкале, и поэтому тональное расстояние не имеет никакого отношения к линейному расстоянию между клавишами на клавиатуре.

Если проиграть подряд все белые клавиши между двумя ближайшими клавишами «до», то получится гамма **До мажор**. этой гамме белые клавиши представляют собой **диатонические** тона. Если же проиграть подряд по белым и черным клавишам между двумя ближайшими «до», то получится **хроматическая** гамма, которая включает семь диатонических тонов (белые клавиши) и пять хроматических тонов (черные клавиши). Эта группа из 12 тонов повторяется на клавиатуре рояля несколько раз, так что получается 88 клавиш. То есть музыкальная материя организована циклически, и в ней всего 12 основных расстояний.

### Пять хроматических тонов (черные клавиши)



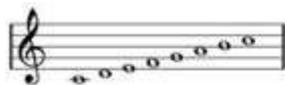
### Семь диатонических тонов (белые клавиши)

Семь диатонических и пять хроматических тонов в тональности **До мажор**

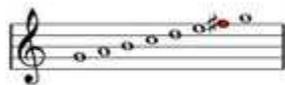
каждой мажорной гаммы есть ее «грустная» сестра в минорном ладу, у которой точно такое соотношение белых и черных клавиш, как и у «веселой» мажорной гаммы, но формула построения из этих клавиш другая. На квинтовом круге мажорные гаммы (тональности) обозначены заглавными

буквами, тогда как внутренний круг из маленьких букв обозначает минорные тональности.

С каждым шагом вокруг квинтового круга в начальной гамме один из тонов замещается на другой тон. Например, переориентация с начального **До мажора** (C) на соседний **Соль мажор** (G) ведет к замещению всего одного тона, а перемещение на пять шагов из **До мажора** в **Си мажор** (B) ведет к замещению пяти тонов в начальной гамме.



**До мажор (C)** как начальная тональность



Близкая тональность **Соль мажор (G)**



Дальняя тональность **Си мажор (B)**

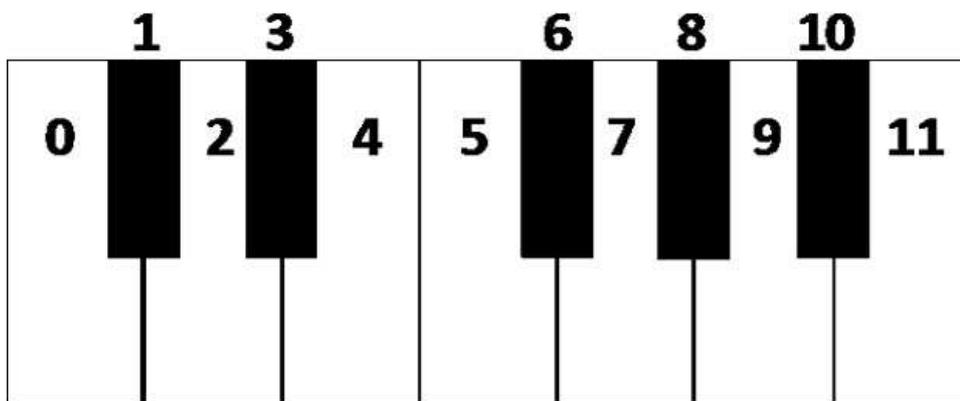


Чем больше расстояние от начального тонального центра до конечного, тем больше замен среди тонов начальной гаммы (красные ноты).

Наше исследование чувственной чуткости слушателей к движению в тональном пространстве музыки включило два эксперимента. Первый эксперимент исследовал реакции на все возможные расстояния в тональном пространстве и во всех ладовых условиях. Второй сосредоточился всего на трех дистанциях и только на одном ладу — мажорном. Для проведения первого эксперимента были написаны короткие и однообразные последовательности аккордов. Однообразность была необходима, чтобы не отвлекать внимание слушателей от того, что представляло главный интерес исследования, — интуитивное ощущение расстояний в тональном пространстве. Насколько мы знаем, это было первое систематическое исследование эмоциональных реакций на переориентацию тональной системы отсчета на все доступные расстояния в тональном пространстве. Для второго эксперимента использовались и простенькие последовательности аккордов, и фрагменты из музыки классиков и романтиков.

### Стимулы

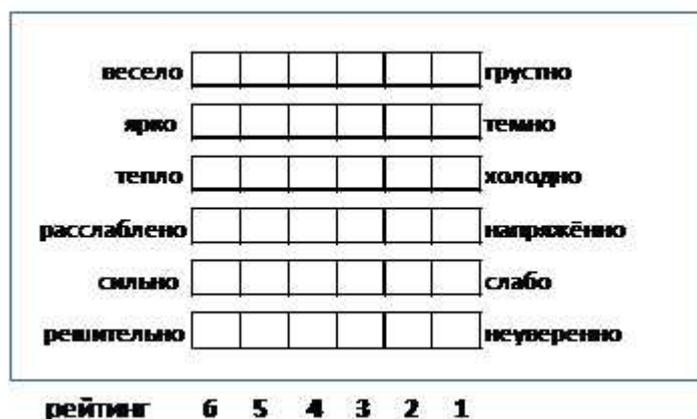
Для первого эксперимента было написано 12 коротких фраз, похожих на хоралы. Затем каждая из 12 фраз была преобразована так, чтобы получить все возможные начальные и конечные ладовые условия для переориентации. Тональная система отсчета может появляться в двух обликах: в виде мажорного лада и в виде минорного лада. Это заострение древних греческих ладов с шести ладов на два — минорный (эолийский) и мажорный (ионийский) — произошло благодаря принятию темперации. Путешествия между тональными центрами могут быть в четырех ладовых вариантах: из мажора в минор и из минора в мажор, а также без каких-либо ладовых изменений — из мажора в мажор и из минора в минор.



Нумерация ступеней, от нулевой до одиннадцатой, для всех возможных переориентаций в тональности **До мажор**.

Всего в первом эксперименте участники прослушали 48 музыкальных фраз (12 ступеней x 4 ладовых условия). Слушатели оценивали свои ощущения от самого окончания каждой музыкальной фразы на шести полярных шкалах с контрастными прилагательными.

Шкалы с контрастными прилагательными для измерения ощущений от различных расстояний в тональном пространстве.



Второй эксперимент был нацелен только на три тональные дистанции: ступень 5 (субдоминанта), ступень 7 (доминанта) и ступень 8 (малая секста), — причем все переориентации были только в мажорном ладу. По сравнению с первым экспериментом, в котором исследовались ощущения на все возможные расстояния (12 разных пунктов прибытия) и во всех возможных ладовых условиях (4 комбинации из мажорных и минорных начал и окончаний), второй эксперимент может показаться более чем скромным. И это мнение было бы справедливо, если бы не тот факт, что во втором

эксперименте нарочито однообразные последовательности аккордов противопоставлялись живым и контрастным фрагментам из музыки классиков и романтиков. Таким образом, ощущения от тональных дистанций в контролируемой музыке (в коротких аккордовых последовательностях) сравнивались с ощущениями от тех же дистанций в эмоционально ярких музыкальных фразах, различающихся по стилю, ритму, динамике и темпу. Во втором эксперименте, так же как и в первом эксперименте, для измерения ощущений использовался набор из шести полярных шкал, в котором, однако, одна из шкал — «приятно/неприятно» — была заменена на шкалу «напряженно/расслабленно».

Все участники этих двух экспериментов были студентами факультета психологии Университета Техаса в Далласе.

## Измерение ощущений

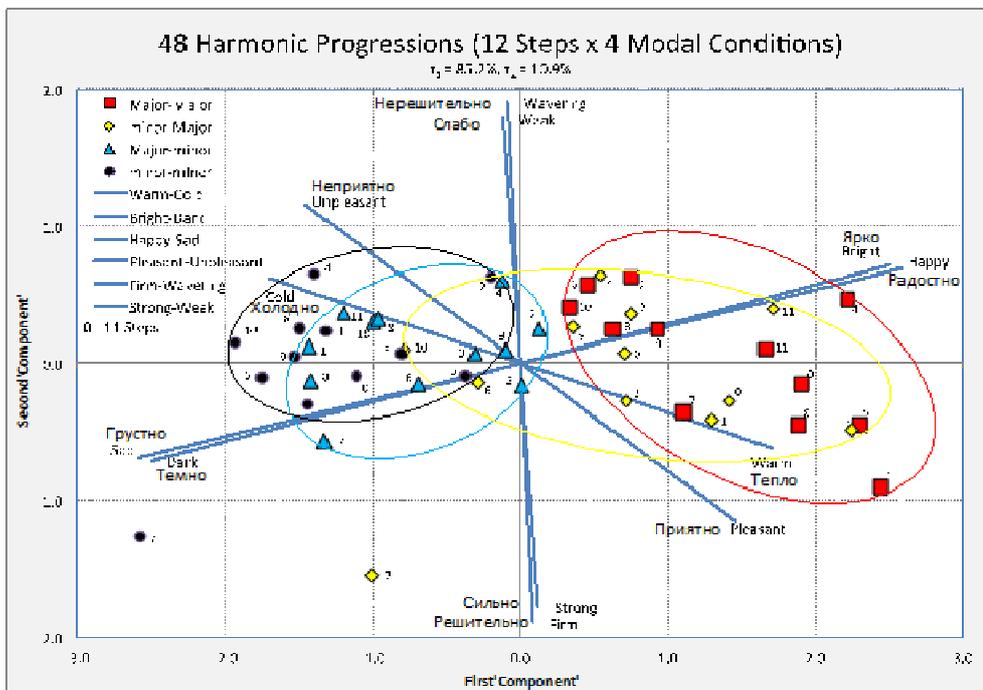
Нам не дано зарегистрировать человеческую эмоцию во всей ее сложности, но можно попытаться отследить источник моментальных ощущений, из которых состоят эмоции; например, можно попытаться измерить тонкость реакций на расстояния в музыкальном пространстве. В нашем опыте в каждой музыкальной фразе происходило путешествие из пункта А (начальная тональность) в пункт Б (конечная тональность), так что окончание определяло расстояние между начальным тональным центром и конечным центром. И именно поэтому нас больше всего интересовала реакция на **прибытие** в конечный пункт.

Для каждой музыкальной фразы участники ставили галочки на шести шкалах. Некоторые из этих шкал, такие как «весело/грустно» и «приятно/неприятно», часто используются в опытах музыкальными психологами. Другие шкалы были менее привычными: например, шкалы «тепло/холодно» и «ярко/темно» предполагали синестетические ощущения от тональных расстояний. Конечно же, такие измерения очень приблизительны. Тем поразительнее были знаки общности, проявившиеся поверх шума субъективности, после того как замеры галочками на простеньких шкалах подверглись статистическому анализу.

## Карта ощущений от движения в тональном пространстве

Естественно было предположить, что интуитивное следование за поворотами мелодического течения в тональном поле происходит как бы незаметно для нашего сознания и что слушатель отзовется скорее на смену лада («веселый» мажор и «грустный» минор), чем на потаенные и плавные перегруппировки тонов на новый центр системы отсчета. Но результаты обработки данных показали, что слушатели уловили разные расстояния в тональном пространстве, причем с такой точностью, как если бы они знали и ясно понимали законы музыкальной теории.

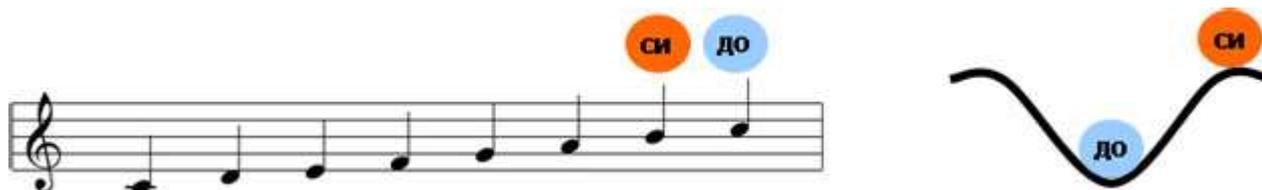
На графике, похожем формой на бабочку, мажорный лад определился на «положительной» правой стороне (ярко, тепло, радостно), а минорный лад оказался на «отрицательной» левой стороне (темно, холодно, грустно). Но самое главное, график показал, с какой замечательной точностью участники опыта распознали и популярные, и необычные развороты в тональном поле. В общей сложности результаты образовали превосходную иллюстрацию к правилам языка тональной гармонии.



Эксперимент 1. Реакции на модуляции во все возможные тональности и во всех ладовых условиях (12 ступеней x 4 ладовых условия). Чем дальше номер ступени от центра графика, тем лучше дифференциация. Модуляции в самые важные ступени, 5 и 7 (субдоминанта и доминанта), были хорошо уловлены, так же как и далекие популярные модуляции в мажоре на ступени 8 и 1. Тритон (ступень 6), известный со Средних

веков под именем «дьявол в музыке» (*diabolus in musica*), и пониженный вводный тон (ступень 10) были явно неприятны. Не совсем законная модуляция на минорную доминанту (7) была воспринята как особенно «темная и грустная».

Например, было чрезвычайно интересно увидеть то, как участники эксперимента отозвались на «полузаконную» (с точки зрения теории музыки) модуляцию в минорную доминанту (ступень 7). «Атоналист» Шенберг в своем учебнике по гармонии замечательно объяснил, почему трезвучие на доминанте в классической гармонии должно быть в мажоре. Доминантовое трезвучие содержит вводный тон, напряженный, неустойчивый и ведущий к точке равновесия — тонике. Вот именно из-за этого вводного тона трезвучие на доминанте и должно быть мажорным. Собственно, мы чувствуем движение в музыке благодаря переходам от тональных неустойчивостей к устойчивостям. Включение двух фраз с «полузаконными» модуляциями в минорную доминанту диктовалось дизайном нашего эксперимента — попыткой исследовать переориентации на все возможные ступени и при всех возможных ладовых условиях. Участники эксперимента не имели никакого представления о писанных законах музыки, но это не помешало им заметить нарушение этих законов.



В гамме **До мажор** вводный тон «си» ведет к тонике «до». У вводного тона много тональной «потенциальной» энергии, что создает ощущение движения.

Пониженный вводный тон звучит ненатурально для нашего уха, поскольку это понижение нарушает самую важную особенность тональной системы отсчета — иерархию тонального притяжения. И именно поэтому переориентация на пониженный тон (ступень 10 на графике) была тоже неприятна для ушей слушателей.



Пониженный вводный тон «си<sup>b</sup>» ослабляет иерархию притяжения в гамме.

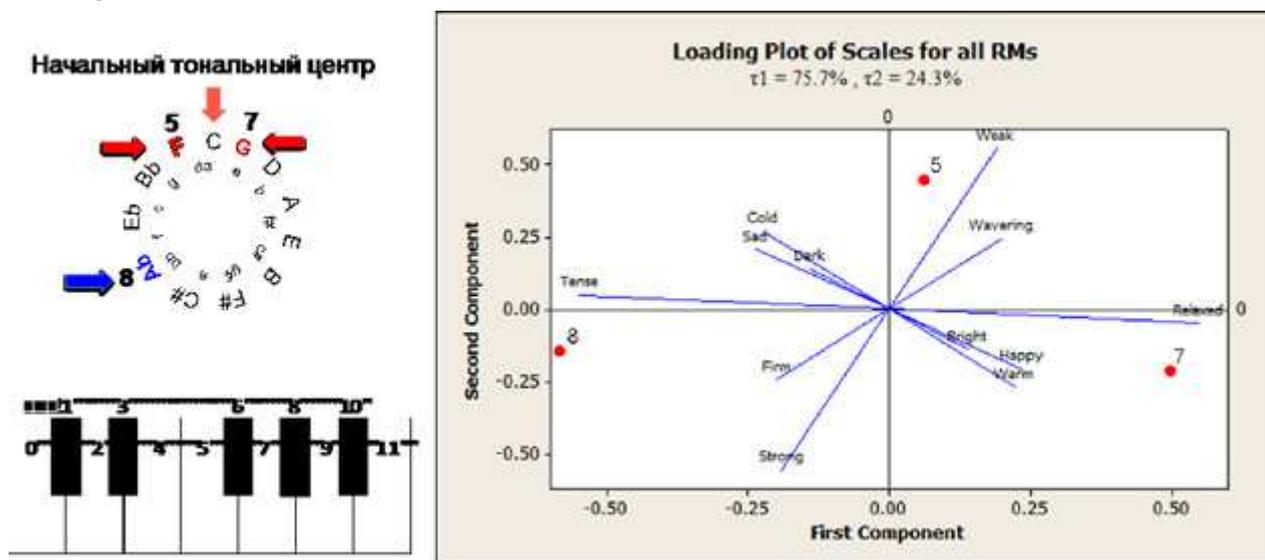
### пониженный вводный тон

### Почти синестезия

Среди интересных открытий второго эксперимента были утонченная чуткость слушателей к музыкальным стилям и удивительная связь между тональной гравитацией и ощущениями тепла и

яркости. Главный морфологический принцип музыки — воспринимаемое тональное напряжение — оказался соединен с синестетическими ощущениями тепла/холода и яркости/темноты.

Для музыкантов говорить о тепле и яркости гармонии и тембра в музыке дело обычное. Как правило, такие сравнения понимаются как метафоры. Но для некоторых людей ощущение определенных звуков напрямую связано с ощущением определенного цвета. Это произвольное соединение разных модальностей восприятия, например смешение слуха и зрения, называется **синестезией**. Для писателя Владимира Набокова буквы алфавита были цветными по произношению (и, возможно, по форме). Для композитора Николая Римского-Корсакова разные тональности обладали определенным цветом. Так, его чудесная симфоническая поэма «Шехерезада» начинается с цвета морской волны — с темы Синдбада-Морехода в **Ми-бемоль мажоре**.

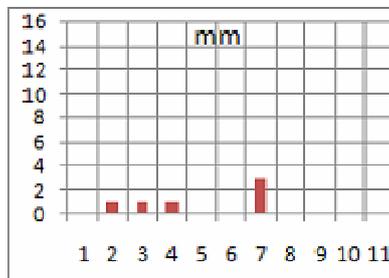
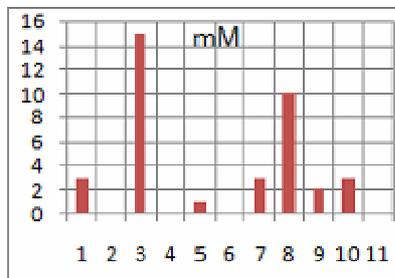
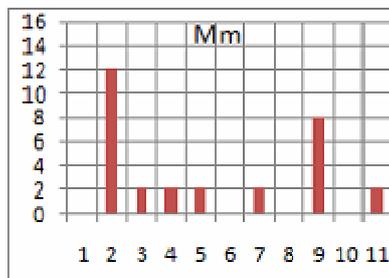
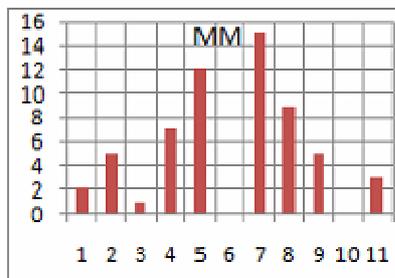
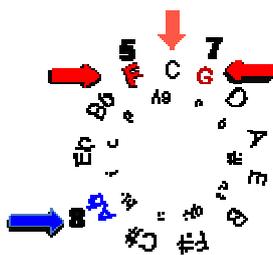


Эксперимент 2: Переориентация тонального центра на дальнюю ступень (8) ощущалась как более напряженная, темная и холодная по сравнению с переориентациями на близкие ступени в субдоминанту (5) и доминанту (7). Ступени пронумерованы для гаммы **До мажор**.

Полученные нами данные говорят о том, что для слушателей музыки переход в дальнюю тональность чувствуется как более холодный и темный по сравнению с путешествиями в близкие тональности. Самое же главное, мимолетные ощущения тепла и света оказались неразделимы с ощущением напряжения — самого главного признака тонального силового поля. Результаты нашего опыта свидетельствуют о том, что, слушая музыку (следуя за потоком звуков в тональном пространстве), мы, слушатели, подсознательно подчиняемся диктату тональной гравитации, и чем дальше конечный тональный центр от начального, тем больше воспринимаемое напряжение и тем темнее и холоднее наши ощущения от перехода в далекую тональность.

Второй эксперимент занимался только тремя «пунктами прибытия»: ступенями 5 (субдоминанта), 7 (доминанта) и 8 (малая секста). На квинтовом круге субдоминанта и доминанта представляют кратчайшие дистанции от начальной тоники, тогда как секста находится на дальнем расстоянии. Из живой музыкальной практики известно, что эти три ступени особенно любимы как цели модуляций. И именно это и подтвердил анализ коротких модулирующих фраз, отобранных из горы томов фортепианной музыки.

## Начальный тональный центр



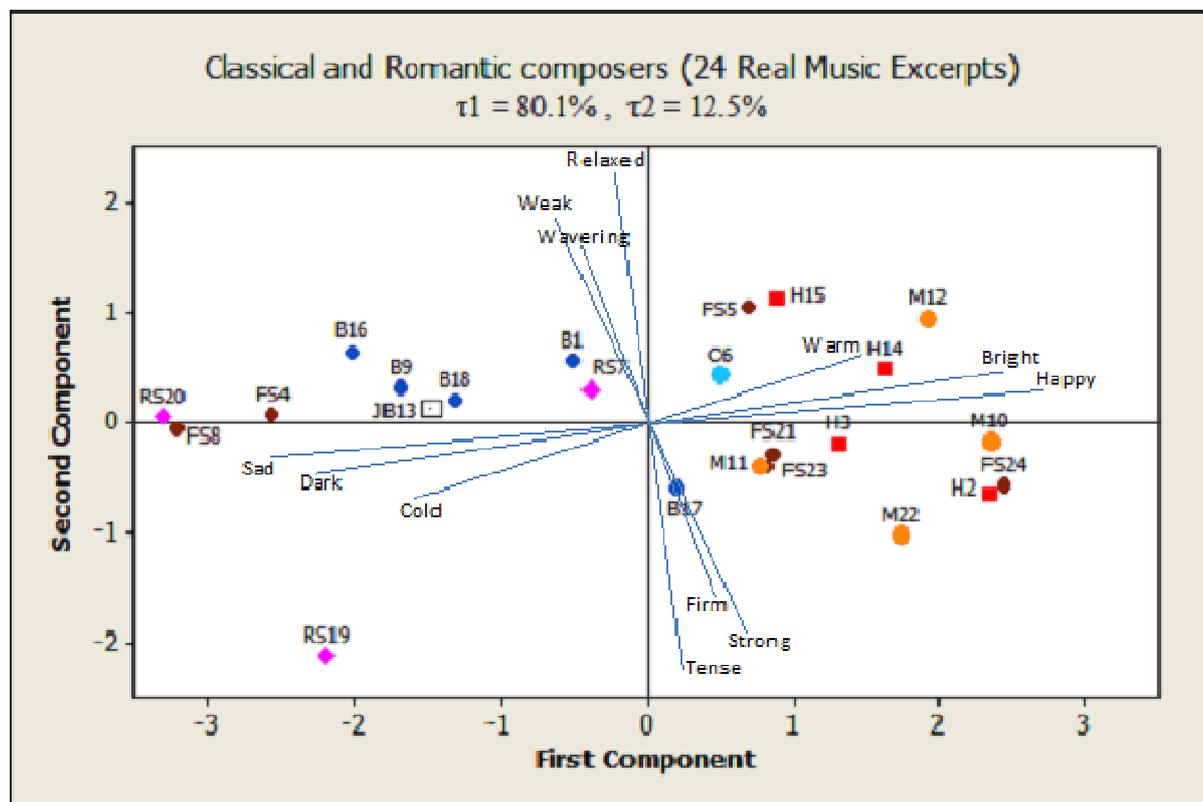
Распределение модуляций в 132 коротких фразах из классической и романтической фортепианной музыки. Пронумерованные хроматические ступени показаны на оси X; частота модуляций показана на оси Y. Если взять за начальную тональность **До мажор**, то на квинтовом круге ясно видно различие между близким расстоянием для ступеней 5 и 7 и дальним расстоянием для ступени 8.

## Законы тональной гравитации и музыкальная экспертиза

Чтобы понимать иностранную речь или восхищаться элегантным доказательством математической теоремы, необходимо пройти обучение и обладать специальными навыками. Для понимания музыки дело обстоит по-другому, поэтому музыка и известна как «универсальный язык эмоций». Щедрая доступность музыки определяется самой природой ее тональной материи, в интуитивном характере ее восприятия.

Кроме интересных находок в ощущении тонального поля наше исследование обнаружило рафинированную чуткость слушателей к музыкальным стилям, что, пожалуй, было самым неожиданным из того, что мы нашли. Эта чуткость видна в точности разделения композиторов по историческому времени.

На факториальном графике на одной стороне поместились Гайдн и Моцарт (Венская классическая школа, XVIII век), а на другой — Шуман и Брамс (романтики, XIX век). Классики восемнадцатого века ощущались как веселее, ярче и теплее, чем романтики. Но это еще не все: Бетховен был определен в группу романтиков (хотя те отрывки, что были включены в тестирование, были из его раннего периода, который считается принадлежащим Венской классической школе), а Шуберт был представлен и у классиков, и у романтиков. То, что для слушателей Шуберт оказался и романтиком, и классиком, на самом деле представляет собой чрезвычайно интересную находку, поскольку здесь мы неожиданно имеем дело с изысканным аспектом музыковедения, а именно с тем, что музыка Шуберта считается принадлежащей к переходному периоду между композиторами Венской классической школы (XVIII век) и романтиками (XIX век).



Эксперимент 2. Чуткость к музыкальному стилю: ответы на фрагменты из классической и романтической музыки. Все фрагменты в мажорном ладу. Обозначения: М = Моцарт, Н = Гайдн, В = Бетховен, FS = Франц Шуберт, RS = Роберт Шуман, С = Шопен, JB = Иоганнес Брамс. Тогда как Моцарт и Гайдн (Венская классическая школа, XVIII век) поместились на «веселой, яркой и теплой» стороне, Шуман (романтик, XIX век) определился на «грустной, темной и холодной» стороне. Бетховен оказался в компании романтиков. «Переходный» Шуберт (1797–1828) расположился на обеих сторонах графика.

Участники эксперимента не были музыкантами. Они представляли собой этнически пеструю группу слушателей с очень разными музыкальными корнями. Но было нечто в деталях музыкальных фраз, что позволило им уловить тонкости музыкального мышления в его исторической динамике. Слушатели смогли ощутить в звуках музыки **образ времени**.

На сегодняшний день научные знания о том, что же делает музыку языком эмоций, довольно ограничены. Но одно совершенно ясно — игра с музыкальными звуками, распределенными вдоль стрелы времени, создает особого рода послания, использующие древние, примитивные дорожки передачи информации, и эти послания способны пробуждать сложные чувства. Искусная игра с нотами-запалами, где каждая нота создает свой уровень натяжения в силовом поле тонов, производит моментальные изменения, ведущие к человеческим переживаниям. Когда мы, как замороженные, поддаемся звукам музыки, это означает, что наше интуитивное следование за потоком тонов меняет наше непосредственное восприятие мира. Посредством какого-то, все еще неясного когнитивного механизма интуитивное восприятие тональных отношений приводит к мимолетным телесным ощущениям, которые затем складываются в музыкальный образ, несущий эмоции.

## Заключение

Представленное исследование позволило получить карту ощущений от тональных расстояний, которая в целом согласуется с принятой теоретической моделью тонального пространства. Найденная чуткость «немусыкантов» к тонким деталям тональных отношений и к музыкальным стилям говорит о высоком уровне «природной» музыкальной экспертизы у слушателей без музыкального образования.

Признание важности интуиции в восприятии музыки и результаты теоретических и эмпирических исследований в когнитивных и аффективных науках стали основанием для нашей архаичной модели эмоционального восприятия музыки.

Архаичная модель предполагает, что главный морфологический принцип музыки — воспринимаемое напряжение — имитирует самые простые и обычные реакции живых организмов

на окружающую среду: эти простейшие реакции являют собой напряжение и расслабление. Например, диссонанс вызывает напряжение по сравнению с благозвучным сочетанием нот. Ощущение воспринимаемого напряжения в музыке воздействует напрямую на «древние» слои нашей нейробиологии, а именно на «виртуальный-сам» или «прото-сам» (Panksepp, 1998, 2004), расположенный в мезенцефалоне (среднем мозге), где происходит интеграция наших первичных реакций на внешнюю и внутреннюю среду. Художественная игра с этими простейшими ощущениями посредством музыкальных звуков ведет к изменению психологического состояния. Определенное распределение музыкальных звуков вдоль стрелы времени может создать определенную эмоцию.

Музыка сплетается из мелодического/гармонического движения по разным участкам тонального поля, из мимолетных ощущений напряжения, тепла и яркости. Сами по себе мимолетные изменения в нашей физиологии не отражают сложности переживаний, закодированных в тонах разной длительности. Исследователям предстоит долгий путь, чтобы понять, каким образом музыка способна дать слушателям богатство эстетического эмоционального переживания (и даже сообщить общие идеи). Вполне вероятно, что изучение музыкального восприятия поможет понять процессы человеческого сознания.

### **Литература**

*Cazden N.* Tonal function and sonority in the study of harmony // *Journal of Research in Music Education*, 2(1), 1954. P. 21–34

*Damasio A. R.* *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain.* London, 1966

*Дилецкий Н.* Грамматика мусикийского пения, Смоленск, 1677

*Korsakova-Kreyn M., Dowling W. J.* Emotional processing in music: Study in affective responses to tonal modulation in controlled harmonic progressions and real music excerpts // *Psychomusicology, Music, Mind, and Brain*, 24(1), 2014. P. 4–20

*Langer S.* *Philosophy in a new key: A study in the symbolism of reason, rite and art.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 1942/1957

*Lerdahl F., Krumhansl C. L.* Modeling tonal tension // *Music Perception*, 24(4), 2007. P. 329–366

*Meyer L. B.* *Emotion and meaning in music.* Chicago, IL: Chicago University Press, 1956

*Panksepp J.* Affective consciousness and the origins of human mind: A critical role of brain research on animal emotions // *Impuls*, 57, 2004. P. 47–60

*Schoenberg A.* *Structural Functions of Harmony* / Stein L. (Ed). Norton, New York, 1954/1969

*Schulter M.* Pythagorean tuning and medieval polyphony. 1998. Retrieved from the Internet: <http://www.medieval.org/emfaq/harmony/pyth.html>

*Thompson W.F., Cuddy L.L.* Music performance and the perception of key movement // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 1997. P. 116–135.

*Toiviainen P., Krumhansl C. L.* Measuring and modeling real-time responses to music: The dynamics of tonality induction // *Perception*, 32(6), 2003. P. 741–766.

*Wienpahl R. W.* Modality, monality and tonality in the sixteenth and seventeenth centuries // *Music & Letters*, 52(4), 1971. P. 407–417.

## РОМАН С РОМАНСОМ.

Статья Ляли Кандауровой

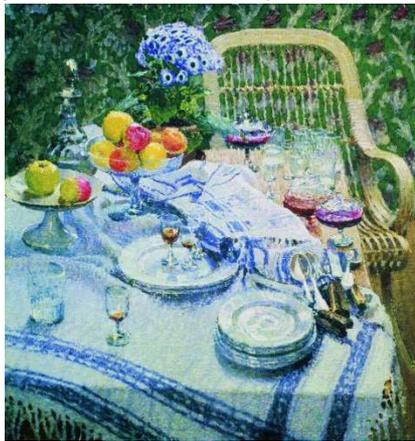
*Русский романс — это действительно совершенно отдельная страница в истории отечественной, да и мировой культуры. И пока у нас еще, что называется, в ушах мелодии со вчерашнего концерта — мы публикуем новую статью Ляли Кандауровой, посвященную феномену этого жанра.*

### РОМАН С РОМАНСОМ.

**В русском романсе есть какая-то неловкость.** За него переживаешь, как за провинциального родственника, разгоряченного на свадьбе от умиления и вина: того и гляди, наговорит при всех лишнего. Как и в случае с сентиментальным романсом, оратор в такой ситуации абсолютно искренен, и поэтому неуязвим: объём неразведённого чувства, который им движет, сообщает речи характерную упрямую «нет, дайте сказать»-интонацию, и ты понимаешь: он скажет непременно, поскольку душа просит.

Разумеется, речь идет о раннем городском романсе — специфическом пласте бытовой музыки, в 18 веке возникшем на точке плавания сразу нескольких музыкальных культур: в одном котле оказались русская и украинская песня, светские канты, сложенные безымянными городскими поэтами, отголоски большой французской оперы, цыганская музыка, гибридные формы вроде аккомпанированных народных песен: тогда начала складываться особая интонация романсовости, в которой слышны слезливая идиллия, непереносимое, слегка напомаженное уныние, «бирюзово-золоты колечики», «головка забубённая».

**Вавилонское столпотворение музыкальных наречий, из которых под влиянием накапливающего чувства, прежде, чем грянет гитарная струна, наскоро выхватывалось самое банальное, а значит — самое выпуклое и сущностное, снабдило романс достаточно мутной интонационной родословной, но с другой стороны — богатырским, как у всех полукровок, иммунитетом.** Из набора мелодических общих мест, обточенных тысячами повторов, из ходячих закруглений, «..как там это было?»-оборотов, крылатых секвенций, словом, из всего этого вороха постепенно вытаивал новый язык, подспудно усваиваемый широким социальным кругом, который реализовал свою потребность в музыке, находясь в городской среде.



Такого рода коллективное музыкальное волеие, этот «фоторобот» музы, напевавшей мещанам, гильдейскому купечеству и мелкопородному дворянству, был, конечно, отмечен печатью обыкновенности, но в то же время решал непростую задачу. Городская вокальная музыка должна была создать «вседневный человеческий словарь», функционально раздраемый между невероятной тривиальностью ситуации и пронзительно тонкой очинкой того, что в этой ситуации нужно было выразить. Действительно, стихия бытового танца обслуживала куда более прикладную и доступную пониманию человеческую необходимость — если определять совсем грубо, то телесную потребность в ритмическом движении под музыку. В идее же бытового пения, неутилитарного, не аккомпанирующего уборке

урожая или военному переходу, а возникающего просто так, в условиях послеобеденной праздности, существовало заведомое противоречие: эта музыка должна была ответить потребности души, а значит, в первую очередь - допустить всерьёз, что среди сундуков, коклюшек и ларчиков, в давке кухонной утвари, среди подробного суконного-скобяного быта эта душа не только есть, но и чувствует что-то настоящее.

**В ранних городских романсах есть определенная медлительность, туповатая мягкость, как после сладкой домашней наливки, зачастую усугублённая плохого качества стихами** — стонут голубушки и голубочки, зябнут малютки, вьются сизокрылые ласточки; кручинушка, сени-сарафаны, «ох, бывало». Название сборника романсов «Между делом безделье» говорит само за себя — и тем не менее, среди таборной кофейной гущи, в объятии

чувственности с чувствительностью те дилетанты, самоучки и вдохновенные неопиты, что создавали стихию романа, именно своей посредственностью, которая позволяла штампам накопиться в неискаженном виде, послужили формированию драгоценного чернозёма. Роман научился говорить о чувствах, и говорить от первого лица: он то и дело срывался на клише, однако именно на кристаллизованной банальности вырастет десятилетиями спустя глинкавский роман, вдруг задышавший так, словно вышитый крестом, с розанами-красненькими и торчащими нитками сад вдруг расступается и пропускает тебя внутрь, в медовые обрызганные кущи: настоящий, живой, просквоженный солнцем.

**Неизбежно входя в русло европейского двоемирного мышления — привычки делить всё на чистое и приземлённое, роман отправляется по причудливому пути,** с одной стороны,



полностью перерождаясь под пером Даргомыжского, который превращал его то в немецкую сказку, то в портретный скетч; потом — у Мусоргского, где он оказывается дверью в иную трёхмерность со своей собственной физикой, составом воздуха и временем на часах: то это беспредельная детская, наполненная увеличенными одушевленными предметами, то постепенно схлопывающийся безвоздушный мир, где земля тянет сильнее, а света нет почти совсем: извокальных циклов Мусоргского выходишь, огорошенный, как после пары лет в лабиринте. Слово этого мало, были романы кучкистов, так же далеко, хоть и по иному пути, ушедшие от риторических



общих мест, которыми грешил ранний русский роман — однако при всём этом, с другой стороны, роман в своём лучшем проявлении в 19 веке начинает или тонко регистрировать действительность, или творить свою: он как будто лишается функции «эмоциональной отдушины», и больше не льётся из-за дрожащей занавески, не выговаривается в слабых стихах, не вскакивает из-за стола, обуянный чувством, чтобы начать декламировать, как тот неловкий оратор.

**Пожалуй, вплоть до Чайковского. Из-за специфики своего творческого метода, а может быть, в силу склада натуры, он в романах как будто возвращается в смертельно опасную стихию жестокого чувства, излитого с дневниковой откровенностью,** уходит с абстрактного «наблюдательного пункта» обратно в гостиную, где, мерцая, оседает пыль, где бьют часы и стынет чай. Огромный риск этой интонации — в отсутствии права на ошибку. Изумительная обыденность такого чувствования, в отличие от самоподобных волшебных пространств Мусоргского, позволяет ему с равной силой обращаться к каждому: быт и бытие вспоминают, что произошли от одного корня. Влюблённый, ты впервые видишь скатерть, лампу, цветок в стакане, предметы теряют разрозненную грузность, становясь частью вселенской плетущейся кисеи: как могла она не быть очевидной раньше? Для того, чтобы говорить про самое основное, про хлеб и воду души, нужны совсем простые формы; так иногда попадает в десятку одно какое-нибудь четверостишие, но с той же мощью оно бьёт прямо в нерв, если сфальшивит.

*«Иногда в музыке нравится что-то совершенно неуловимое и не поддающееся критическому анализу. Я не могу без слез слышать «Соловья» Алябьева! А по отзыву авторитетов — это верх пошлости»* — фраза Чайковского из письма к Н. Ф. фон Мекк от мая 1877 г., заставляющая понять, почему он так часто прибегает к почти бессильным переводам с немецкого или русской поэзии «второго ряда», выбирая стихотворные тексты для романсов. Не только в музыке — и в стихах, видимо, что-то неназываемое полу-случайно набирало в душе правильный код, заставляя язык говорить верными словами, пришедшими в голову, а не полученными лабораторно — так в дневнике ты пишешь обильно, сентиментально, сбивчиво, там нестрашно повториться или выглядеть жалко — с той только разницей, что романс, в отличие от частной записи, призван исполняться на публике, а значит рисковать быть обвинённым в тривиальности и пошлости. Одно дело — говорить, не стараясь, с самим собой, другое — делать это публично: эта-то шахматная вилка — искусственность и банальность, в смыкающейся пасти которых нужно успеть провести свой корабль — и делает, как ни странно, романсы Чайковского весьма непростыми для слушателя.

Помимо условий создания, у любого искусства есть условия восприятия, и феномен музыкальной банальности во многом создан публикой. Мгновенно окисляясь на воздухе, собирая на себя хлопья сажи, младенческая поверхность романса замозоливается, окостеневаает; наш слух оклеивает её липкой шлягерностью, переставая стараться. Особый вид восприятия хорошо знакомого материала — запесоченный, сопутствующий, в лучшем случае ведущий по пути уже отрепетированных ассоциаций, в худшем — просто направляющий музыку контрапунктом к какому-то другому внутреннему процессу, мешает рассмотреть, например, тонкое тиснение фортепианных партий в романсах Чайковского, раскручивание широкоохватных мелодий из крошечной мотивной почки, внимательное расположение кульминаций, непрерывность пульса, иногда следующую за сердцебиением стихотворного размера и устройством строфы, а иногда подходящую к ней достаточно вольно, как бывает, когда хочется отчего-то повторить ту или иную строчку, произнося стихи беззвучно в голове.

**Мелодии романсов Чайковского, которые напеваешь за домашними делами, незначительно перевирая тот или иной поворот, на некоем первичном уровне сложены из тех самых музыкальных вирусов, что дошли до нас в трёхсотлетнем янтаре «чиновно-служилого» бессознательного**, и, неточно мурлыкая их, мы невольно продолжаем растить коралловый риф звукового сора, подтверждая лишь то, что штамп возникает из союза точности и обобщения. Миллионы разноголосых произнесений заверяют его валидность: все молятся и любят примерно одинаковыми словами, и именно они в определённом укрупнении оказываются для нас важнее всего.



Чеховская повседневность, полшага ступающая от рукоделия до хаоса, когда в повороте головы, взглядом следуя с террасы в сад, ты в рядоположении предметов вдруг двадцать пятым кадром замечаешь что-то, чего не успеваешь испугаться, становится особенно слышна в романсах Рахманинова. Ощущение кануна, кометы над охваченным сиренью садом, не оставляет тебя, хотя еще тепла скамейка, и солнце ходит среди белых балясин, и осы, и мост, и игра в винт: Ивановка. Первые романсы — еще совсем молодой Рахманинов, в почерке которого — то же обаятельное озорство, что и в письмах этого времени: «..Я это говорю, могу-таки прямо сказать, что мне без вас, дорогие кухни, ужасно, невозможно скучно. Тоска страшная! Никто здесь без вас никому не завидует. (Впрочем, почти. Я немного

завидую тётиным лёгким, по обыкновению, и людям, имеющим нескончаемое терпение), **никто громко на всё село не зеваёт; никто мило и симпатично не свиритит**. Вообще теперь здесь заодно с погодой «пасмурно, сыро, серо, холодно» (из письма сестрам Скалон, 1895). Еще



«чайковские» по интонации, акварельные, с мимолётными неловкостями лепки, они временами — особенно это слышно в фортепианных партиях - обнаруживают ту силу лёгких, ту выносливость развития и волю, которые будут отличать музыку Рахманинова и его стиль в разрабатывании материала впоследствии.

В письмах 1897 г. химера, вдруг щупающая холодом сквозь лукавоеюношеское многословие, еще слышнее: «Мои дела обстоят всё так же скверно. Я начинаю, кажется, страдать чёрной меланхолией. Факт! Этой меланхолии я предаюсь не менее часу в день. Сегодняшний же день она поглотила весь, и я даже сегодня дураком ревел. Всё-таки креплюсь. (...) Водки и вообще вина я ещё не начал пить, хотя почти каждый день бываю в числе приглашённых С. Мамонтовым в трактире, где сижу и молчу, но я готов дать почти честное слово, что, если дела не изменятся, то я начну пить. (...) Татуша, я умру к концу сезона от чёрной меланхолии. Смотрите, плачьте больше! Приходите ко мне на могилу, хотя в те дни, когда вы наперёд уверены, что ни Ершова, ни Глазунова, ни Яковлева у вас не будет. У меня на могиле будет каменная плита (мне это очень хочется), которую поставите, вероятно, вы в память прежней любви ко мне — больше некому за неё заплатить деньги. Вот вы на эту плиту и садитесь. Распустите ваши

*волосы! Клянусь своей гордостью, своим самолюбием, своей незамазанной честью (все скверные качества, не подходящие в наше время), что вы будете походить на Офелию. На вашем лице должны быть слёзы, на ваших устах — слова моего романа «Сон», посвящённого вам, в котором мне, между прочим, снились хорошие люди. Насидевшись вдоволь, отправляйтесь в частную оперу на какое-нибудь представление, где я был дирижёр без дирижёрского места. И тут посидите. Измените тут только ваш вид. Здесь ваши глаза должны метать молнии; уста произносить проклятия по адресу погубивших меня. Волосы придётся также привести в порядок, не то будет лирический вид всё-таки, который здесь не у места. Удовольствия вы, конечно, не получите, да это и неудивительно. И не в вашем положении люди от нас не уходят удовлетворённые».*

**Романсам Рахманинова свойственна определенная нервическая подвижность**, большая, чем у Чайковского, осознанность в восприятии времени и работы с ним — появляется характерный эффект минования сильных долей, вытекания мелодической единицы за пределы такта, как растягиваются в нашем восприятии астрономические сутки от утомления, влюблённости или под влиянием северного солнца.

В более зрелых романсах он слышен весь — и узнаваемые оstinato, и трихордовость, которая осознанно стреноживает мелодию, и ощущение длящегося покоя, от которого один шаг до Всенощной, истекающей тёплым светом. В самой безыскусной лирике, среди квинтольного пара фортепианных фигураций, в стихии пения и звонов он сохраняет твёрдость рукопожатия: всегда слышна без отрыва прочерченная линия, которая иногда обрисовывается почти по-барочному чётко.

**Свод церковных роспевов, на который ориентировался Рахманинов, сочиняя Всенощное бдение, называется «Обиход»:** то самое слово, что, помимо блаженств и отпущений, в повседневной речи приносит с собой щербатую сахарницу, хрустальную люстру, зачехлённую на время поста, визиты соседей. Отплывая на какое-то расстояние от медленно варящегося быта, мы внезапно признаем за ним целую мифологию — ветхая крестильная рубашка, мутные креманки обрастают вдруг музейной пылью, одухотворяются, смывая ненавистную нам плотскость. Совсем простые вещи — сказанные над ними слова, накрытые завтраки, брошенные взгляды — суммируются, больше не представляя банальными, «..здесь только Бог да я». И стихи словно и не такие уж барышнины, и чувствуешь вдруг много и сильно: и это — не стыдно.

-----

В оформлении статьи использованы работы художника И. Э. Грабаря

## Будущее астрономии – прогнозы и ожидания

*Стенограмма лекции Олег Юрьевич Малков,  
доктор физико-математических наук, зав. отделом физики звездных систем,  
Института астрономии РАН.*

Как, возможно, помнят некоторые из вас, Организацией Объединённых наций 2009-й год был объявлен Международным годом астрономии. В рамках этого Международного года астрономии было проведено множество мероприятий в различных странах.

В нашей стране, среди прочего, мы проводили опрос астрономов с целью сделать коллективный прогноз развития астрономии в ближайшие годы. Список предлагаемых вопросов был подготовлен ведущими астрономами-популяризаторами с помощью научных журналистов и одобрен руководством Национального Комитета российских астрономов и научного Совета по астрономии. Опрос был проведён, были сделаны оценки. С этими оценками мы познакомили общественность. Но почему я к этому решил вернуться сейчас? А потому, что кое-какие мечты уже сбываются. Ну, об этом в конце.

Все вопросы, которые мы придумали, а их было около 30-ти, начинались со слова «когда». Вот примеры таких вопросов. «Когда будет обнаружена вода на Луне?». Или «Когда будут зарегистрированы гравитационные волны?». Список вопросов распространялся среди сотрудников астрономических учреждений, не студентов, а среди людей, которых мы считали астрономами-профессионалами. Он был размещён на сайте в открытом доступе, и на эти вопросы могли отвечать все желающие. Естественно, люди, интересующиеся астрономией это делали, и ответы любителей астрономии мы проанализировали отдельно и сравнили результаты с прогнозами, которые дают профессионалы.

Сначала о первой группе экспертов. Мы набрали 119 профессиональных астрономов. Слева, вот в этой слепой строке перечислены учреждения, в которых эти астрономы работают или работали. А справа даётся такой срез по образовательному цензу: здесь представлены члены Академии, доктора наук, кандидаты наук и люди без степени. Вот в такой пропорции они были представлены в этом списке 120-ти экспертов-профессионалов.

Много это или мало, 119 респондентов? 119 астрономов в нашей стране. Давайте посмотрим. Существует такая авторитетная, самая авторитетная астрономическая международная организация, которая называется «Международный астрономический союз». Ее членами являются астрономы большинства стран мира. От России в Международный астрономический входит союз 350 человек. Туда войти может не всякий, нужно удовлетворить некоторым требованиям, в частности, иметь степень, активно публиковаться и ещё отвечать некоторым требованиям. Эти 350 человек – это число примерно соответствует числу учёных со степенью, которые активно ведут астрономические исследования у нас в стране. Число респондентов в нашей выборке 90 человек от 119-ти. Таким образом, мы можем сказать, что примерно четверть ведущих специалистов России приняла участие в этом опросе.

Мы разрешали опрашиваемым давать следующие ответы: либо указать год наступления события, либо написать «никогда это не будет сделано», либо – честно «не знаю». Среди ответов встречались нештатные. Например, человек указывал не конкретный год наступления события, а интервал: с 15-й по 20-е год. Или: 40-е годы. В данном случае мы вот так вот волюнтаристски заменяли это на какой-то конкретный год, на среднее значение. Часто респонденты отвечали: до 2100-го года это произойдёт. Мы заменяли такую оценку на пессимистическое: 2100. Или, если человек говорил, что это произойдёт после какого-то года, то мы на вот эту пессимистическую нижнюю оценку заменяли.

Конечно, это немножечко смещает результат, но каким-то образом мы должны были привести все эти нештатные ответы к форме, удобной для анализа и обработки. Если люди отвечали «скоро, вот буквально сегодня это произойдёт», мы это атрибутировали 2009-м годом. Кроме того, иногда респонденты отвечали «бессмысленно, не нужно это делать». Действительно, попадались такие вопросы, попадались такие ответы на эти вопросы, когда астрономы считали, что это не произойдёт никогда, потому что это просто никому не нужно. Ну, заменяли это, приравнивали это к «никогда». Иногда человек отвечал «в любой момент это может произойти, хоть сейчас, хоть через 10 лет, хоть в следующем веке». Мы считали, что он не знает. Ну, и, наконец, в некоторых случаях участники говорили: «А вы чего не в курсе? Это уже сделано». Я приведу вам такие

примеры. И в этом случае мы такие ответы не учитывали, но мы помечали такие вопросы, которые, возможно, не отличались особой корректностью при формулировке. Несколько скучных слов о том, как проводился процесс обработки. Мы Применяли, так называемый, метод квантиля, специалисты, наверное, знают о чём идёт речь. Мы отбрасывали по 16% самых оптимистических и самых пессимистических ответов, то есть самые ранние годы и самые поздние годы в нашем букете ответов, а всё, что оставалось, мы усредняли и вычисляли ошибку этого среднего. Кроме того, для каждого вопроса так же мы вычисляли не только год наступления этого события, но и вероятность наступления этого события. Мы могли посчитать число ответов «никогда» и в зависимости от этого количества, вычисляли вероятность событий. Если все, или почти все, эксперты сказали «никогда это не произойдёт», то мы считали, что вероятность этого события, пусть даже оно произойдёт, очень мала и тоже оценивали её количественно.

Сразу хочу перечислить вам маловероятные события, те, что собрали вероятность меньше 50%. Почти никто не верит, что в Солнечной системе мы обнаружим какое-то тело крупнее Марса. Уже много лет мы не обнаруживаем в солнечной системе тел крупнее Марса. Строго говоря, вряд ли это, действительно, произойдёт. Не очень-то верят астрономы в то, что будут получены неопровержимые доказательства посещения Земли внеземной цивилизацией. Я обращаю ваше внимание – это ответы профессионалов. Мы ещё чуть поговорим попозже об ответах любителей. Обнаружение белых дыр, я напомним, наверное, аудитория знает примерно, что такое чёрные дыры. Это те места во Вселенной, где материя исчезает, по крайней мере, бесследно для внешнего наблюдателя. Не совсем бесследно, кроме как гравитационно она никак не проявляется. Согласно некоторым моделям должны существовать также и белые дыры, в которых эта материя здесь же и в других областях Вселенной должна проявляться. Эти, в принципе, белые дыры должны выглядеть как источники мощной, не скажу излучения, скажу энергии. И некоторые из объектов, с которыми сталкиваются астрономы-наблюдатели, пытались объяснить существование белых дыр, но всегда находились более общепринятые объяснения, и пока что белые дыры не обнаружены. И вот только чуть больше трети опрошенных, считают, что они будут обнаружены вообще.

Тоже мало кто верит в обнаружении сферы Дайсона. Я, опять-таки, напомним, что такое сфера Дайсона. Это понятие ввёл американский астрофизик Фред Дайсон, и он рассуждал следующим образом: если цивилизация, которая обитает на некой планете, обращающейся вокруг некой звезды, достаточно развита, то она должна озаботиться тем, чтобы не терять бесследно энергию, которую излучает центральная звезда. Ведь от того, что излучает наше Солнце, мы на Земле получаем доли процента энергии, всё остальное расходуется, с нашей точки зрения впустую. Давайте окружим этот участок солнечной системы некой непроницаемой для излучения сферой, участок солнечной системы, который включает Солнце и включает Землю. И тогда мы будем наслаждаться всей той энергией, которая исходит от Солнца по всем направлениям. Для стороннего наблюдателя, продолжал Дайсон, такой объект будет выглядеть как очень тёмный и очень тёплый источник инфракрасного излучения, раз это очень тёплый объект. И давайте, призывал он далее астрономов, наблюдать небо в поисках таких вот очень ярких в инфракрасной области источников и, быть может, мы нарвёмся, таким образом, на искусственное образование, которое создано руками вот таких вот жадных цивилизаций, которые не хотят терять энергию центрального светила.

А теперь я пройду по шкале времени и расскажу, как астрономы полагают, когда будет происходить то или иное явление в астрономическом мире или в астрономической жизни. Каждый пункт на этом и следующих 7-ми или 8-ми слайдах начинается с числа. Это год. Дальше указано «плюс-минус». Обращаю только ваше внимание, что наблюдается асимметрия между плюсом и минусом. Они не обязаны совпадать. А в скобках после фразы указано вероятность наступления этого события.

В 2018-м году, думаем мы, астрономия снова станет обязательным предметом в российских школах. А надо напомнить, что именно в 2009-м году, как раз под Международный год астрономии, астрономию, как предмет, из обязательной школьной программы исключили. Далее. Тоже не за горами событие, когда на Землю будет доставлен образец марсианского грунта. И это чуть ли не единственное событие, вероятность которого оценивается на 100%. То есть в том, что марсианский грунт окажется на Земле, мало кто сомневается. Здесь же в скобках замечу, хотя это не в рамках нашего обзора, что марсианский грунт, собственно, на Земле существует в виде марсианских метеоритов. Доказано, что часть метеоритов, которые лежат на поверхности Земли, имеют марсианское происхождение. Но в данном случае вопрос был поставлен так: когда будет доставлен. То есть аппарат слетает, отковырнёт и привезёт сюда. Далее, будет обнаружена вода на Луне, считает 60% исследователей, примерно в 25-м году.

Конец 20-х годов – 2026-й. Будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Южном полюсе Земли. На Южном полюсе Земли наблюдения ведутся. С точки зрения астроклимата, в общем, достаточно неплохое место. С точки зрения жития человека, сами понимаете, не сахар. Но, тем не менее, обсерватория там существует. Примерно тогда же, как считают астрономы, будет разгадана природа гамма-всплесков. В этом не сомневается никто, а 14% респондентов ответили: уже разгадано. Такое случалось, как я и предупреждал вас, с этим вопросом и с ещё одним-двумя. Это вопрос терминологии. Некоторые астрономы осторожно говорят так: «Мы говорим о кандидатах в гамма-всплески. Точнее, о событиях, которые могут служить кандидатами в гамма-всплески». Другие астрономы, не видя никакой альтернативы, не видя других объяснений этому явлению, мощному гамма-всплеску, говорят: всё, мы придумали вот эту модель. Эта модель не находится в противоречии с наблюдениями, значит, обязана работать. Это немножечко спорное утверждение, но, тем не менее, часть таких астрономов говорит, что всё, загадки гамма-всплесков не существует.

В конце 20-х годов возобновится активное изучение Венеры. В этом тоже мало кто сомневается, как можно видеть из 98%-й вероятности.

30-е годы. Будут обнаружены чёрные дыры промежуточной массы. В чём проблема? Мы знаем о существовании чёрных дыр звёздных масс. Таких у нас в галактике, хоть свиней откармливай, в двойных системах они открываются достаточно интенсивно, и мы знаем о существовании чёрных дыр гигантских огромных масс, миллионы масс Солнца, которые находятся в центрах галактик, по крайней мере, самых крупных галактик, в том числе, в центре нашей галактики. Почему бы не существовать чёрным дырам промежуточной массы, задумались астрономы, и стали искать, где бы они могли наблюдаться. Об этом я чуть-чуть позже ещё скажу. Мы к чёрным дырам промежуточной массы еще вернёмся.

Далее. В 30-х годах будут зарегистрированы гравитационные волны. Вообще-то, сведения о регистрации гравитационных волн появляются сейчас, но с примерно такой же завидной регулярностью появляются и опровержения. Тогда же будут обнаружены звёзды с массами более двухсот масс Солнца. Я обращаю ваше внимание на сомнительно низкую вероятность этого события, но именно об этом вопросе мы тоже с вами поговорим попозже. В 30-е годы будет сооружён оптический телескоп диаметром сто метров. Понятно, почему астрономы рвутся к крупным инструментам. Потому что с маленькими инструментами, в общем, всё, что можно было интересного открыть, мы уже открыли. Да, есть задачи, для которых малые инструменты до сих пор актуальны. Есть, но большинство таких вот топовых, прорывных технологий, они заточены как раз под использование больших, крупных телескопов. И над созданием этих телескопов человечество сейчас работает, причём совместными усилиями. Создать такой телескоп не то, что один институт или одно ведомство не в силах, а зачастую и одна страна.

Далее. Начнутся полёты частных космических кораблей. В это верят очень многие, 92%. С довольно хорошей точностью.

2036-й год, плюс 14, минус 16, это достаточно хорошая точность для этого прогноза, будут обнаружены спутники у спутников планет. Также, в общем, непонятно, почему бы им там не быть, но пока что они не обнаружены. И вот, наконец, примерно тогда же будет обнаружена экзопланета, то есть планета в другой звёздной системе, на которой присутствуют все четыре биомаркера: вода, углекислый газ, метан и кислород. То есть на которой, в принципе, ничего не мешает возникнуть жизни. Вероятность этого события достаточно велика.

Далее. В 30-е годы будет разгадана природа тёмной материи. Тогда же примерно состоится высадка человека на Марс. Обращаю ваше внимание на высокую вероятность этих событий. Тогда же для космических перелётов начнут использовать солнечный парус. В это верят немножко меньше людей, чем в вышеперечисленные события. И тогда же, примерно в 40-м году, будет однозначно доказано существование чёрных дыр. Вот эти 30%, которые располагаются в правом нижнем углу этого слайда, говорят о том, что для 30% респондентов это не проблема. Существование чёрных дыр доказано. Однако же от людей, которые занимаются чёрными дырами звёздной массы, по крайней мере профессионально, я часто слышу, и слышал осторожные формулировки типа кандидата в чёрные дыры. Если наша модель не противоречит наблюдениям, это ещё не значит, что нельзя так думать о какой-то другой модели, которая тоже не противоречит наблюдениям. Мы доказали, что наблюдаемые объекты проявляют себя так, как чёрные дыры в нашей модели. Но мы не доказали, что больше никакие объекты могут себя так же проявлять.

Конец 40-х годов. Будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Луне. Это для астрономов рай! Атмосферы нет, засветки нет, если хорошо расположить обсерваторию. И к этому стремится, довольно много астрономов и, видите, вероятность событий достаточно велика. Тогда же будет разгадана природа тёмной энергии. В это тоже мало кто верит. И тогда же человечество

определил природу красного пятна на Юпитере. Довольно много, опять-таки, людей считает, что с этим тоже проблем нет – это супер-вихрь. Но специалисты по Юпитеру всё-таки ещё осторожничают и считают, что там есть несколько нерешённых проблем.

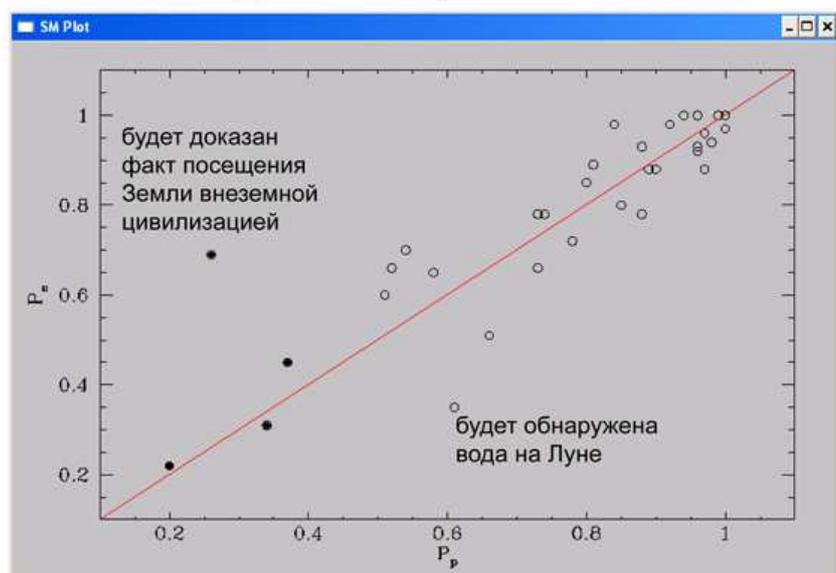
Пошли дальше. 60-е годы. Туристические полёты в космос станут доступны не только единицам. Тогда же, в начале 60-х, состоится полёт человека за орбиту Марса. И тоже примерно тогда же человек получит первые образцы атмосферы Сатурна. Ещё в 60-х годах будут обнаружены кротовые норы. То есть области Вселенной, которые соединяют территориально далеко друг от друга расположенные части Вселенной. Человечество научится использовать неземные источники сырья. Также в этом мало кто сомневается. И вот, наконец, человечество гарантированно только в конце 60-х годов защитит себя от угрозы астероидно-кометной опасности. Об этом мы тоже чуть попозже, чуть поподробнее поговорим. Челябинское событие показало, что это достаточно актуальное мероприятие.

Конец 21-го века. Доля солнечной энергии в энергетике человечества превысит 50%. Начнёт работать общественный транспорт по маршруту Земля-Луна. Предполагается, что тогда это будет актуально, будет целесообразно. И на конец 21-го века намечен визит очередного тунгусского дива. Напомню, что защита уже построена от встречи с такими астероидами.

Два события выделяются, во-первых, тем, что произойдут очень нескоро. Во-вторых, тем, что точность предсказания момента этого события очень невелика. И, в-третьих, вероятность их достаточно мала. В начале 22-го века будет обнаружен радиосигнал внеземной цивилизации и в середине этого века будет установлен контакт с инопланетянами. Как я уже сказал и повторяю, вероятность этих событий невелика. Она указана в скобках синим цветом.

Список вопросов закончился, теперь ещё несколько резюмирующих замечаний. Как я уже сказал, мы разрешили экспертам отвечать «не знаю». И мы попробовали выделить самые сложные для экспертов вопросы и самые простые. Самое большое число «не знаю» мы получили на вопросы: «Когда будут обнаружены белые дыры?». Только чуть больше 50% экспертов смогли ответить на этот вопрос. «Когда будет обнаружена сфера Дайсона?» и «Когда будут обнаружены чёрные дыры промежуточной массы?». А вот список самых простых вопросов, то есть вопросов, на которые отвечали почти все эксперты, следующие: «Когда будет сооружен оптический телескоп диаметром сто метров?», «Когда будет создана постоянная астрономическая обсерватория на Южном полюсе Земли?» и «Когда человечество защитит себя от астероидно-кометной опасности?». То есть инструментальные вопросы преимущественно. Теперь давайте попробуем сравнить результаты анализа, которые, результаты прогноза, которые сделали профессионалы с результатом прогноза, которые сделали любители. Любителей участвовало гораздо меньше, всего 55 писем мы получили от любителей. И вот на этом графике нанесены вероятности событий.

### Вторая группа экспертов: 55 любителей



Вероятности событий: профессионалы vs. любители

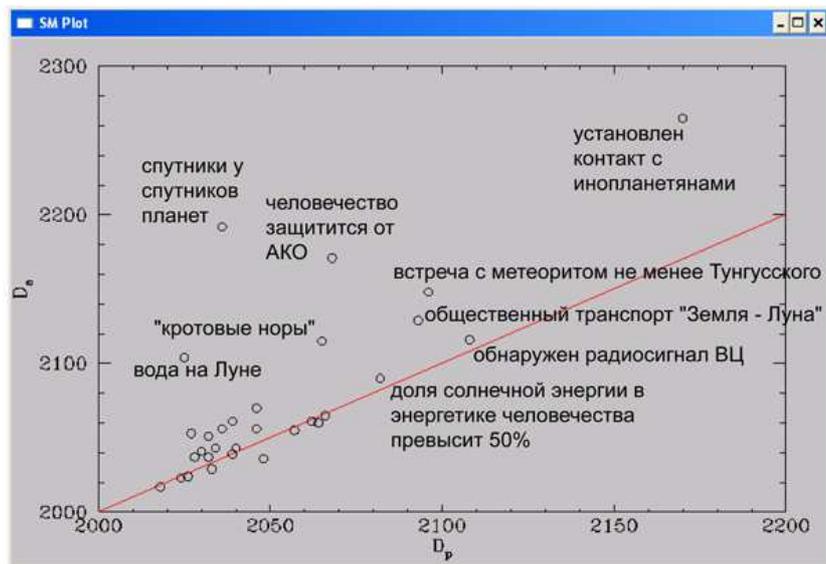
Каждая точка на этом графике – это одно из тех событий, о котором я рассказывал вам раньше. По горизонтальной оси отложена вероятность, которую дали этим событиям профессионалы. И вот четыре самые левые чёрные точки – это те самые, четыре маловероятных события, с которых я начал свою историю. А по вертикальной оси отложены вероятности, которые приписывают этим событиям любители. Можно видеть, что для, по крайней мере, некоторых событий эти вероятности отличаются. Посмотрим, что это за события.

Будет доказан факт посещения Земли внеземной цивилизацией.

Из профессионалов в это верят,

ну, хорошо, если 30%. А вот из любителей – около 70-ти. События, для которого, наоборот, любители более пессимистичны – это обнаружение воды на Луне. Профессионалы в этом практически не сомневаются, а вот любителям то ли она не нужна, то ли они считают, что, в

общем, вряд ли она будет обнаружена. Но про воду на Луне ещё впереди несколько слов. А вот на этом графике та же история.



Даты наступления событий: профессионалы vs. любители

что он будет установлен позже гораздо, чем считают профессионалы. Да, и профессионалы тоже в ближайшем будущем его не видят. Открытие спутников и спутников планет. Вода на Луне. Человечество защищается от астероидно-кометной опасности. К нам прибывает метеорит не менее Тунгусского.

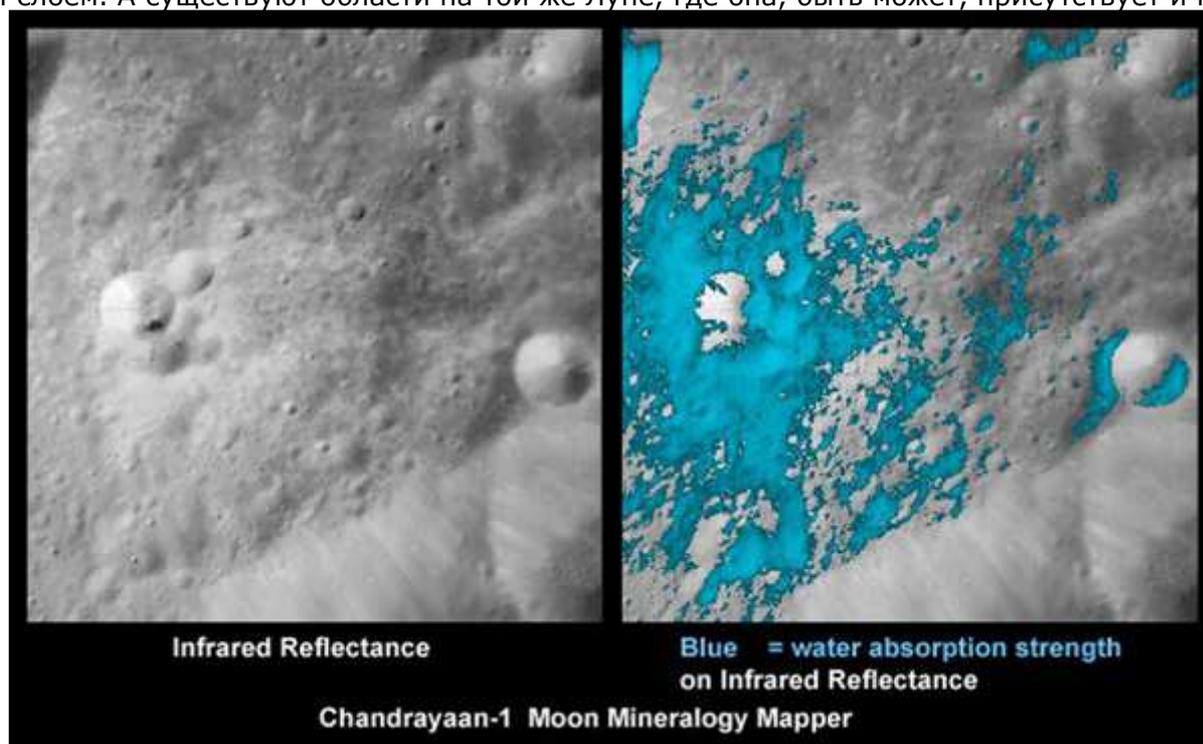
Я обращаю ваше внимание, что профессионалы поставили эти события именно в той последовательности. Сначала мы создаём защиту, а потом на нас сваливается астероид. А вот пессимисты-любители считают, что сначала прилетит астероид, а потом уцелевшие будут заниматься созданием вот этой защиты. Открытие кратовых нор и общественный транспорт Земля-Луна. Вот эти события любители относят немножечко подальше в будущее, чем профессионалы. Да, ещё обнаружение радиосигналов внеземных цивилизаций и превышение доли солнечной энергии в энергетике человечества в пределах 50%.

Помимо того, что наши респонденты давали ответы, они ещё писали комментарии вообще к этому мероприятию, к этой активности. Мы, в частности, получали вот такие комментарии. «Очень странный перечень вопросов. Половина составлена так, что допускает неоднозначное понимание. Две трети астрономии совсем не рассмотрены. Много вопросов посвящено узким и частным проблемам, для которых даже не существует однозначного подхода. В анкете полностью отсутствует проблема солнечной активности. Это всё игры теоретиков. Некорректные вопросы. Какие ещё доказательства нужны?». Ну, вот так как-то и по-другому нудели, как профессионалы, так и любители. И число вот таких скептических комментариев было около 10-ти. Но в противовес к ним вот, пожалуйста, пример одобрительного комментария. «Спасибо. Идея очень интересная». Теперь к вопросу о том, почему, собственно, я к этому прогнозу вернулся через пять лет после того, как он был создан. Конечно, мы стали смотреть более внимательно на то, что происходит в мире. Но мы и так до этого не пропускали интересные события. Появилось несколько подтверждений трёх моментов из того списка вопросов, которые прозвучали выше.

Во-первых, вода на Луне. В том же самом 2009-м году, только в конце сентября (мы всё это мероприятие затеяли и резюмировали летом) в журнале «Science» вышло сразу три статьи, авторы которых сделали один и тот же вывод: вода на Луне есть. Я думаю, для аудитории это уже известный факт, это для нас тогда, в начале 2009-го года была такая мечта. Понятно, чем, так сказать, эта мечта вызвана. Хорошо бы, действительно, чтобы воду не таскать с собой с Земли, хорошо бы иметь какие-то источники на Луне, а хорошо бы ещё кроме воды полезные ископаемые. Ну, хотя бы для начала воду. Причём она не спрятана в тёмных кратерах, а рассеяна по всей поверхности спутника. Доказательства этому утверждению получил не один аппарат, а сразу три. Во-первых, это был первый индийский лунный зонд «Чандраян-1». Во-вторых, это был американский спектрометр, который был установлен на борту этого зонда. Помимо собственных индийских аппаратов наблюдал ещё и американский. И американский же аппарат DeepImpact, который был нацелен на совсем другое мероприятие, на комету, но заодно смотрел на Луну. Мы считали, что это произойдёт в 2025-м году. Вот, по счастью, ошиблись в нужную сторону. Вот так примерно выглядит инфракрасное отражение лучей, если на отражаемой поверхности есть вода.

По горизонтали отложены профессионалы, по вертикали – любители, но по осям отложен год наступления события. Из того, что большинство точек лежит выше вот этой красной линии, можно сделать вывод, что большинство событий любители относят подальше в будущее, чем профессионалы. То есть в этом смысле любители более пессимистичны. Профессионалы считают, что что-то произойдёт, ну, условно говоря, в 30-е годы. Любители говорят – нет, оно произойдёт в 60-е годы. Давайте посмотрим на самые, далеко отскачившие точки. О каких событиях идёт речь? Ну, вот установлен контакт с инопланетянами. Любители считают,

Надо смотреть на картинку справа. Это, конечно, не моря и не озёра, и даже не лужи. Это тонкий слой молекул воды, зачастую, толщиной в одну молекулу. Но этот рисунок свидетельствует о том, что вода на Луне есть. Возможно, на поверхности она, действительно, распылена вот таким вот тонким слоем. А существуют области на той же Луне, где она, быть может, присутствует и погуще.



Второе, открыта чёрная дыра промежуточной массы. Тогда же, в 2009-м году, удалось обнаружить чёрную дыру средней массы. Это довольно яркий источник рентгеновского излучения, а иначе бы его не обнаружили и то, что это чёрная дыра, это тоже помогло подтвердить именно наличие рентгеновского излучения. Слишком сильно разогревается вещество в окрестностях чёрных дыр и излучает именно в этой коротковолновой области спектра, именно в рентгене. Объект расположен в одной из соседних (соседних – 50 с лишним миллионов световых лет) галактик, созвездие Центавра. По нашему прогнозу это мероприятие должно было случиться в 30-м году.

И, наконец, через год примерно или даже через полгода была обнаружена звезда с массой более двухсот масс Солнца. Масса этого светила равна по оценкам астрономов примерно 265 солнечных масс. Её яркость превосходит яркость Солнца в миллион раз, температура поверхности примерно 40 тысяч градусов Цельсия.



Отмечу только, что, к сожалению, масса эта, с одной стороны, чрезвычайно важный параметр звезды, который практически в одиночку определяет всю эволюцию звезды. И, с другой стороны, параметр чрезвычайно трудно наблюдаемый. Впрямую вычислить массу небесного объекта можно только, если он входит в гравитационное движение, в орбитальное движение с другим объектом. И то не всякого типа двойная система позволяет определять

массу для своих компонентов. Практически впрямую из одиночных звёзд, только у Солнца можно определить массу. А если говорить о компонентах этих двойных систем, то массы определены, буквально у пары тройки сотен объектов. Вот и всё. Для остальных звёзд мы массы можем только оценивать. Оценивать по другим, более легко наблюдаемым параметрам, таким как светимость и температура. Вот по этим оценкам масса этого объекта, действительно, превышает 200 масс

Солнца. Но это не тщательно взвешенная звезда. Это оценка. По прогнозу это событие намечалось на 32-й год, а случилось в 2010-м. Я заканчиваю своё выступление и хотел бы поблагодарить людей, которые принимали активное участие в создании этого списка вопросов. Здесь и астрономы, и научные журналисты, экспертов профессионалов и любителей за участие в экспертизе, коллег, которые помогли мне собирать и обрабатывать результаты и аудиторию за внимание. Спасибо.

*Ответы на вопросы.*

### **Чем вызвана цифра: в 200 раз больше массы Солнца? Почему не 300? Почему именно 200?**

Современные модели звёздного строения и современные теории звёздной эволюции говорят о том, что можно легко объяснить существование звезды с массой 100 масс Солнца. Наблюдаются, что наверняка проверено, звёзды с массами 60 масс Солнца. Поэтому если мы предполагаем, что звёзды 60 масс Солнца точно есть, то мы предполагаем, что существуют и звёзды сто масс Солнца, так давайте увеличим этот предел в два раза для надёжности и поищем звёзды, превышающие 200 масс Солнца. Только этим. Ничего загадочного в этом числе нет. Мы могли бы взять, действительно, и 150, и 400.

### **Зарождение как бы Вселенной не имеет отношения?**

Немножечко имеет. Вот почему. Считается, что тем звезда может быть массивнее, тем из более лёгких элементов она состоит. В нашем Солнце примерно два или 3% элементов тяжелее водорода и гелия. Всё остальное водород и гелий. А вот в звёздах, в которых водород и гелий занимают 100% или близко может быть массивнее. А на ранних этапах образования нашей Галактики, на ранних этапах существования Вселенной, тяжёлых элементов во Вселенной было значительно меньше, чем сейчас. Поэтому, вообще говоря, указание на большую массивную звезду, это указание на её возраст отчасти. И мы, изучая такие звёзды, можем наблюдать, таким образом, более ранние стадии развития нашей галактики и Вселенной.

### **Расскажите, пожалуйста, про квазары**

Квазары, я бы сказал так, если бы этот прогноз мы осуществляли лет на 15 пораньше или на 20, туда бы квазары, конечно, вошли. Сейчас вопросов к ним гораздо меньше. Понятно, что это галактики. Галактики с активной центральной частью. Я могу сказать с небольшой долей натяжки, с активным ядром. Активность эта вызвана наличием в центральной части этого объекта, по-видимому, сверхмассивной чёрной дыры, которая аккрецирует на себя окружающие звёзды. Эта аккреция приводит к тому, что эта область очень ярко излучает. И поэтому излучение этой центральной области существенно превышает излучение периферийных частей той же самой галактики. Если Туманность Андромеды мы видим как протяжённый объект, то такую галактику мы увидим как точечный объект, скорее всего. Потому что центральная часть настолько ярче периферии излучает, что периферии мы просто не увидим. То есть квазар – это такая галактика с очень яркой центральной частью.

### **У меня будет три вопроса. Первый, почему опасен для людей полёт на Марс? Что происходит с человеческим организмом, пока он будет лететь? Почему они прилетят инвалидами? Второй, можете ли вы сказать про теорию струн? И третий, расскажите, пожалуйста, про искривление пространства.**

Лихо. Ну, начнём с инвалидов. Полет на Марс опасен в том же самом смысле, в каком опасен Чернобыль, если говорить совсем простым языком. Излучение, от которого нас на Земле спасает атмосфера, и которое недостаточно интенсивно изменяет человеческую структуру при краткосрочных полётах, скажем, на Луну и обратно, его будет достаточно для многомесячного полёта, а именно, несколько месяцев потребуются человеку, чтобы долететь до Марса и вернуться. Вот за несколько месяцев излучение его убьёт, если мы не будем специальным образом защищать космический корабль. А защита здесь должна быть очень дорогая и очень мощная. Хуже того, и на Марсе от этого излучения он не будет в безопасности. Потому что на Марсе такой атмосферы нет, даже если человек прибыл на Марс и готов к деятельности, он должен первым делом закопаться под грунт и работать там. Потому что на поверхности это излучение будет его спокойно добивать, точно так же, как в открытом космосе.

Далее. Струны. Я не специалист космологии в теории струн. Скажу следующее. То, что мы с вами наблюдаем четырёхмерное пространство внутри видимых измерений плюс время, это вовсе не значит, что оно на самом деле четырёхмерное. Возможно, в пространстве больше измерений. Исследователи строят различные модели, которые сейчас, пока не поддаются экспериментальной наблюдательной проверке, но эти модели достаточно стройны в смысле математического аппарата и они говорят о том, что наша Вселенная может иметь 8 измерений или 10 измерений. Эти измерения вовсе не обязательно отшкалированы точно так же, как наши три. Например, может существовать некое измерение, которое имеет очень маленький масштаб. И вот проявление этой

многомерности Вселенной, многомерности, то есть превышения размерности её над тремя, должно встречаться, как показывают эти математические расчёты, в виде струн. Струны эти пока ещё не открыты, они предсказаны, они описаны, но открыть их будет чрезвычайно сложно. Опять-таки, в качестве иллюстрации. Представьте себе, что мы, такие, я не знаю, маленькие насекомые, которые живут на поверхности стола. Для нас мир будет состоять, если исключить временное измерение, из двух измерений. Мы не умеем прыгать и летать. Мы не умеем вгрызться в стол. Мы можем двигаться только так. А на самом деле мир, как минимум, трёхразмерен. Имеется в виду геометрические размерности. Вот мы можем оказаться такими же насекомыми только в трёхмерном пространстве и не уметь просто перемещаться в других размерностях.

Что касается искривления. Вот случился Большой взрыв. Вселенная расширяется. Недавно было показано, что последнее время, по крайней мере, она расширяется ускоренно. Что случится с Вселенной в дальнейшем? Будет ли это ускорение нарастать? Замедлится ли расширение? Сменится ли оно сжатием? Ответ на этот вопрос может дать, оказывается, всего только одна величина, точнее, значение одного параметра. А именно, плотности материи во Вселенной. Ну, за всю Вселенную мы сказать не можем, но, по крайней мере, в нашей наблюдаемой области Вселенной, если бы мы смогли измерить эту плотность, то мы сможем достаточно чётко сказать о будущем и о кривизне Вселенной. Если выяснится, что эта плотность выше некоторого критического значения, это означает, что расширение рано или поздно сменится сжатием, и Вселенная схлопнется опять в ту точку, из которой она возникла. Если выяснится, что эта плотность ниже некоторого значения, это будет означать, что расширение бесконечно. Сейчас мы не можем с достаточной точностью измерить плотность Вселенной в нашей наблюдаемой области. То, что мы сейчас имеем, находится как раз где-то в районе вот этого критического значения и ответ на этот вопрос ещё пока открыт.

**Был вопрос про телескоп диаметров сто метров. А какого размера имеются телескопы сейчас?**

Сейчас из действующих самый крупный телескоп имеет диаметр 11 метров. Он находится недалеко от Кейптауна. Это международный проект. Треть примерно принадлежит Южной Африке, треть американским университетам и ещё треть другим странам и университетам. На самом деле эффективная площадь его несколько меньше, потому что эти 11 метров лежат на некой платформе под неким углом и вот в этой плоскости двигаться не могут. Они могут вот таким вот образом поворачиваться. И переориентировка, перенацеливание на различные объекты происходит с помощью вторичного зеркала, которое с помощью системы трекеров, перемещается и позволяет видеть разные места на южном небе. При этом эффективно задействованы не все 11 метров, а, скажем, от 6-ти до 10-ти. Вот это сейчас чемпион, по-видимому. А! Ещё один есть такой чемпион. Да. Он находится на Канарских островах. Его площадь несколько более 10-ти метров. Они все используются, эти 10 метров. Сейчас работают над построением очень большого телескопа, 30-40 метров, вот примерно так.

## ВНЕЗЕМНЫЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ 7 фактов о поиске космических братьев по разуму

**СУРДИН Владимир,**

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ



© James Vaughan

Удивительно, но мысль о том, чтобы поискать братьев по разуму в космосе, родилась очень давно. Ещё наши древнегреческие коллеги, то есть философы, думали о том, где могли бы существовать цивилизации другого типа – не только на других континентах Земли, но и за пределами нашей планеты.

### 1

Многие думают, что круглая Земля родилась в голове Коперника. Ничего подобного, древние греки прекрасно знали, что Земля круглая, и даже точно измерили её. Они также представляли

себе Вселенную гораздо большего масштаба, чем наша планета. Им трудно было вообразить, что только мы – земляне – такие умные, и во Вселенной больше не с кем поговорить. Но годы шли, а техники для связи с другими цивилизациями не было. Пожалуй, первая практическая попытка найти братьев по разуму и установить с ними контакт относится ко второй трети XIX века.

Тогда представляли, что ближайшая к Земле цивилизация может быть на Марсе. Телескопы год от года становились всё более качественными, астрономы видели всё более мелкие детали на поверхности планет. И вот в середине XIX века на Марсе обнаружили сеть тонких прямых линий. Впервые их чётко разглядел итальянский астроном Скиапарелли. По-итальянски он назвал их «canali», ничего плохого под этим не подразумевая, а имея в виду, что это просто линии, соединяющие тёмные пятна на Марсе, которые традиционно назывались морями, как и лунные моря. Астрономы привыкли к такому языку, и никто, конечно, не думал, что там есть вода. Но при переводе на английский язык «canali» стали «canals» и «channels», при переводе на русский – «каналами», а эти слова уже наводят на мысли об искусственном происхождении.

### 2

Начало XX века отмечено всеобщей верой в существование марсианской цивилизации. Ну а так как Марс недалеко, то какие-то контакты с ней, очевидно, должны были быть возможны. Появилось произведение Уэллса «Война миров», потом фильм, потом радиопостановки. До середины XX века никто не сомневался, что Марс населён, и оттуда надо со дня на день ждать пришельцев, а если и не ждать, то можно попытаться с ними связаться. Ещё до изобретения радио первые инженеры, эксплуатировавшие телеграфные сети, ожидали сигналов с Марса. А как только на Земле появилось радио, стали предпринимать попытки услышать марсиан. Но они оказались безрезультатны.

### 3

Впервые техническое задание на поиск внеземных цивилизаций появилось в конце 1950-х. В 1957-м полетел первый спутник, в 1959-м уже первая межпланетная экспедиция. Надо было как-то поддерживать связь с далеко улетающими от Земли космическими аппаратами, и появились мощные передатчики, очень чувствительные радиоантенны, и наши корабли, улетающие к Венере

и Марсу, были надёжно связаны с Землёй. Расчёты показали, что эта же техника позволяет установить связь с ближайшими звёздами. Если рядом с ними есть планеты с такими же приёмниками и передатчиками, то мы смогли бы обмениваться сигналами с тамошними цивилизациями. Изображение, телевизионную картинку тогда ещё не могли надеяться послать, но возможность передавать чёткие телеграфные сигналы – буква за буквой, слово за словом – была. С 1960-го года, то есть уже много-много десятилетий, ведётся непрерывный мониторинг космоса на возможные сигналы от других звёзд. Поначалу это были ближайшие звёзды, но техника развивалась, и в последние десятилетия астрономы прослушивают на предмет сигналов около ста тысяч звёзд. Это уже большой массив. Что такое 100 тысяч звёзд? Сегодня мы знаем, что примерно у каждой третьей звезды есть своя планетная система. Планеты уже обнаружены, то есть это не гипотеза. У каждой двадцатой звезды есть планеты наверняка похожие на Землю. Когда вы прослушиваете сотни тысяч планет, вы уверены, что среди них есть тысячи планет с условиями, более или менее похожими на земные. Думаю, биологи согласятся со мной: на планетах с условиями Земли рано или поздно должна зародиться жизнь. Земля нас в этом убеждает: приблизительно через полмиллиарда лет после того, как она образовалась, появились первые живые существа.

#### 4

О чём говорит факт молчания Вселенной? Скорее всего, о том, что мы что-то неправильно делаем, как-то не так мы ищем сигналы, хотя за последние десятилетия техника достигла фантастической чувствительности. Скажем, в 1960-м году космос прослушивался на одной частоте, как если бы мы пытались настроиться на одну станцию. Тогда надо было выбрать, на какую именно частоту настроиться. Но решили так: космос сам должен нам подсказать длину волны, на которой лучше всего общаться на межзвёздных расстояниях. И он подсказал. Вселенная заполнена очень разреженным веществом – водородом. Атомы водорода передают очень слабое излучение на волне длиной 21 сантиметр. С одной стороны, это указание, на какой длине волны надо искать сигналы, а с другой стороны, это не очень мешает их найти: чувствительный радиотелескоп, направленный на конкретный источник радиоизлучения, почти не слышит шума космоса.

#### 5

Прошло полстолетия, а сигналов не принято. За это время было, конечно, высказано много идей: может быть, мы не там ищем, не на той частоте. Теперь сигналы из космоса прослушиваются примерно на одном миллиарде длин волн. Весь радиодиапазон разбит на тоненькие-тоненькие диапазоны, и во всех ведётся приём сигналов. Ошибиться тут уже нельзя. Можно сказать, что не на те звёзды смотрим, но мы уже почти на все смотрели, а сигналов нет. Теперь надо думать о том, как изменить тактику. Были высказаны идеи, что недостаточно слушать: если каждый будет слушать, но никто не будет передавать, то мы так и останемся в неведении.

Эти идеи были восприняты, и в 1973 году начались первые опыты отправки радиосигналов в космос. Но отправка – это не приём, на это надо затратить энергию и время работы большого радиотелескопа. То есть это стоит денег, поэтому надо было решить, куда именно послать сигнал. Если во все четыре стороны, то его мощность быстро упадёт, и даже у ближайших звёзд ничего не будет слышно. Было решено направить сигнал в сторону звёздного скопления. Шаровые звездные скопления – это агрегаты из миллионов звёзд, упакованных в очень маленьком объёме пространства, и, естественно, есть возможность передать сигнал сразу многим. Он был тогда послан и позже повторялся. Ответа пока нет, но мы его и не ждём, потому что до скопления далеко. Пока сигнал дойдёт туда со скоростью света, пока обратно – только наши потомки будут иметь шанс услышать ответ.

#### 6

Другие тактики тоже возможны. В последние годы возобладала совсем другая идея: отказаться от радио. Радио сегодня и на Земле перестаёт быть какой-то технической новостью, это в общем устаревающий метод обмена информацией. Сегодня мы общаемся в основном по оптоволокну либо с помощью флешек. Оптоволокну к другим звёздам мы протянуть не можем. Хотелось бы, но это пока нереально. Но мы можем послать туда флешку – маленький компактный носитель информации, который несёт в себе... А что он должен в себе нести? Для этого надо провести какой-то отбор. Одному интересно послать музыкальные произведения, другому – картины, третьему – математические формулы. А давайте не будем выбирать и запакуем всю информацию человечества в одну флешку.

Но какая это будет флешка?! Размером с автомобиль? Ничего подобного. Сегодня есть технология упаковки информации с помощью сканирующего электронного микроскопа, который может атом

за атомом на специальной подложке записывать информацию. Этот метод уже освоен, и он позволяет в объёме напёрстка упаковать всю информацию человечества безо всякого отбора. Всё, что мы накопили за прошедшие примерно 10 тысяч лет нашей цивилизации, и пусть получатели смотрят то, что будет им интересно. Флешка будет размером с ноготь.

## 7

А как её отправить к звёздам? И эти технологии уже есть. За последние десятилетия довольно сильно продвинулись методы космических войн: были созданы электромагнитные пушки. Их предполагалось применять для противоракетной обороны в космосе, но они же могут запускать небольшие космические аппараты к звёздам. Более того, запустив их со скоростью в несколько сотен километров в секунду (это сравнительно небольшая скорость), мы сможем ускорять их в процессе полёта, причём не тратя на это вообще никаких земных ресурсов. Возможно ли это?

Возможно. Космонавтика этим пользуется уже давно. Когда мы отправляем свои зонды к другим планетам – к Юпитеру, Сатурну и дальше, – мы пользуемся притяжением промежуточных планет для того, чтобы разогнать, дополнительно подтолкнуть космический зонд. В последние десятилетия летали ко всем без исключения планетам с помощью таких гравитационных манёвров. Когда мы выходим на межзвёздные пространства, мы точно так же, но ещё более эффективно можем увеличивать скорость летящего зонда благодаря притяжению промежуточных звёзд. Такой космический слалом позволяет разгонять зонды до скорости где-то около 10% от скорости света. Это довольно быстро доставит наше послание практически во все уголки Галактики. Проект долговременный, но не очень дорогой, и если он удастся, то есть надежда таким же альтруистическим образом получить чужие космические энциклопедии. Это будет по-настоящему интересно.

## Собираемся на Луну

**Иван Соболев**

*выпускник МГТУ им. Баумана, кандидат технических наук, ведущий конструктор первой российской частной космической компании Dauria Aerospace.*

В минувшем августе Роскосмос направил в правительство на согласование проект Федеральной Космической программы на 2016–2025 годы. По прошествии некоторого времени текст этого документа каким-то образом оказался в редакциях газет. Говорю «каким-то образом», потому что документ этот предназначен, вообще-то, «для служебного пользования» и потому сам факт его появления в прессе вызывает определенные вопросы. Но раз уж некоторые его положения уже стали общеизвестны, то мы вполне можем говорить о них. Впрочем, особого выбора у нас нет — ибо в печати появились, конечно, не все его положения, а только наиболее интересная их часть, касающаяся планов в части освоения Луны.

Итак, что нас может ожидать в этой области в ближней перспективе? Согласно предложенному плану, ближайшей лунной экспедицией должен стать запуск к Луне в 2019 году посадочного аппарата «Луна-25» (он же «Луна-Глоб»). Основной целью полета станет отработка технологий мягкой посадки и проверка правильности принятых инженерных решений. Научная программа в этом полете играет второстепенную роль. Тем не менее на борту станции будет установлено более 20 кг научной полезной нагрузки для исследования лунной поверхности на протяжении года. Кстати, в качестве места посадки для этой миссии назван кратер Богуславский в Южной приполярной области Луны.

Вслед за ним в 2021 и 2023 годах к Луне отправятся два орбитальных космических аппарата «Луна-26» и «Луна-27» (проект «Луна-Ресурс») для осуществления дистанционных исследований Луны. Известно, что первый из них предполагается выводить на полярную орбиту с апоселением 150 км и периселением 100 км и нести он будет уже около 120 кг оборудования, став первой крупной научной миссией России за пределами околоземной орбиты.

В 2023 и 2025 годах в рамках того же проекта на поверхность опустятся посадочные зонды. Место их работы будет выбрано по результатам полета предыдущей станции и орбитальных исследований, а основной задачей станет подтверждение наличия в подповерхностном слое Луны водяного льда.

Наконец, в 2025 году на Луну планируется отправить посадочный аппарат «Луна-28» («Луна-Грунт»), оснащенный грунтозаборным устройством, а также возвращаемым аппаратом для доставки образцов лунного грунта на Землю. Вернее даже, не просто лунного грунта, а грунта, содержащего лунный лед, который представляет сегодня наибольший интерес для селенологов.

Еще более интересными представляются перспективные планы. Из которых в первую очередь бросается в глаза заявленная в разделе «Пилотируемые полеты» работа над проектами по созданию наземного отработочного комплекса — прототипа лунной базы первого этапа.

В его состав будут входить 4 модуля — жилой, лабораторный, энергетический и узловой.

По сути, речь идет о создании на Земле полномасштабного макета лунной базы, на котором будет отрабатываться функционирование уже штатного изделия, осуществляться комплексная увязка и проверка принятых в проекте архитектурных и технических решений. Кроме того, по опубликованным данным, проект программы предполагает и начало работ по проектированию специального оборудования для работы на поверхности Луны — мобильного крана-манипулятора, грейдера, экскаватора, кабелеукладчика и мобильного робота для селенологической разведки местности.

Помимо работ в области создания базы на поверхности Луны, согласно проекту ФКП, Роскосмос намерен приступить к разработке лунной орбитальной станции, технические предложения по созданию которой должны быть представлены в 2020 году, а в 2025-м ожидается утверждение эскизных проектов на создание модулей. Предполагается, что в составе околослунной станции их будет 3 — модуль-лаборатория, энергетический и узловой. Названия первых двух говорят об их назначении сами за себя, третий же предназначен для стыковки к станции прибывающих космических кораблей.

Наконец, для доставки модулей и кораблей к Луне планируется создать космический ракетный комплекс сверхтяжелого класса, заявленная грузоподъемность которого на низкую околоземную орбиту на первом этапе составляет около 80 т. Впрочем, указанный комплекс создается, как

указано в проекте программы, «в целях осуществления запусков космических аппаратов нового поколения на высокие околоземные орбиты, а также к Луне, Марсу, Юпитеру и другим телам Солнечной системы».

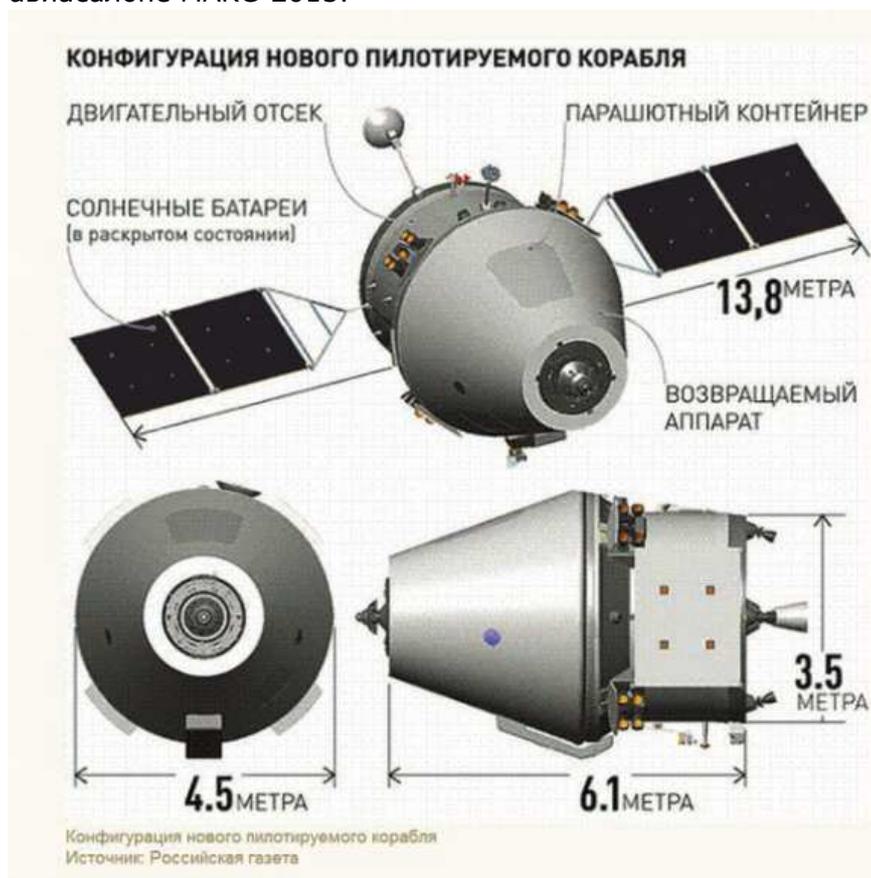
Теперь коротко поговорим о технических средствах реализации.

### На чем лететь?

Прежде всего — на чем лететь? Напомню, что в марте 2014 года РКК «Энергия» закончила технический проект перспективного космического корабля, предназначенного для осуществления дальних полетов. Если последующие работы пойдут согласно утвержденным планам, то в 2018 году должны состояться «бросковые» испытания возвращаемого аппарата, отделяемого от самолета, в 2021 году — беспилотные испытания его «легкой» околоземной версии, а в 2024 году — первый пилотируемый полет на околоземную орбиту к МКС. В 2025 году на орбиту должен отправиться и «лунный» вариант массой 20 т. На орбиту, но пока не к Луне — и выводить в космос его будет пока не сверхтяжелая ракета, а новая «Ангара-А5», первый старт которой ожидается в декабре этого года.

На данный момент именно пилотируемый корабль является наиболее проработанным элементом транспортной системы. О принятых технических решениях и их эволюции в процессе работы над проектом говорить можно долго, поэтому здесь приведу лишь основные характеристики.

Экипаж корабля в варианте для осуществления полетов к Луне составит четыре человека. Маршевая двигательная установка включает в себя два ЖРД тягой по 2 т каждый, обеспечивающие переход корабля с подлётной траектории на окололунную орбиту и с окололунной орбиты — на отлетную траекторию к Земле. Помимо экипажа корабль может транспортировать до 100 кг полезного груза. Напомню, что полномасштабный макет возвращаемого аппарата нового корабля в околоземном варианте в прошлом году был показан на авиасалоне МАКС-2013.



С первого взгляда видно, что внешне российский корабль очень похож на уже летавший к МКС американский Dragon и подготавливаемый сейчас к первым летным испытаниям Orion. Сходство вовсе не случайное и вполне логичное — ведь задачи им предстоит решать схожие, а законы физики и инженерной логики не зависят от страны-разработчика. Так что упреки в очередном «копировании», которые порой приходится слышать, мягко говоря, необоснованны. Тем более что выбор окончательной концепции и «у нас», и «у них» происходил из числа нескольких предложенных вариантов; кстати, в проработке предложения по «альтернативному» варианту российского корабля в 2009 году довелось участвовать и автору этой статьи.

### Как лететь?

Второй вопрос — как лететь? На создание сверхтяжелого носителя

первого этапа, по оптимистичным оценкам, может уйти 6 лет, реальный называемый экспертами срок — от 7 до 10 лет. По информации, озвученной в прессе генеральным директором ЦНИИМаш Александром Мильковским, разработка головными КБ отрасли аванпроектов по космическому ракетному комплексу с РН сверхтяжелого класса должна завершиться в декабре 2014 года. Если предположить, что 2015 год уйдет на экспертизу проектов, а в 2016-м начнутся работы, то ожидать начала летных испытаний можно не раньше 2026 года.



Теперь кратко остановимся на схеме полета. При межпланетных полетах ракета-носитель, как правило, вначале выводит полезную нагрузку на опорную околоземную орбиту, и уже оттуда осуществляется старт к Луне за счет двигательной установки либо самого аппарата (реже), либо разгонного блока. Такая схема снижает гравитационные потери при выведении по сравнению с прямым выведением с Земли на траекторию полета к Луне. Кроме того, она предоставляет возможность осуществить проверку функционирования бортовых систем корабля или спутника в ходе полета по околоземной орбите.

Для вывода же на отлетную траекторию к Луне корабля массой 20 т при современном уровне конструктивного совершенства необходим разгонный блок массой около 55 т. Но посадочный корабль, обеспечивающий посадку на Луну экипажа из 3–4 человек (кстати, число членов экипажа лунной экспедиции выбрано не случайно, а по соображениям безопасности, о которых речь пойдет ниже) и их последующее возвращение на окололунную орбиту, должен обладать примерно той же массой, что и сам пилотируемый корабль, — 20–22 т.

И для того чтобы доставить на окололунную орбиту одним пуском связку «пилотируемый корабль + посадочный корабль», необходим носитель, по своим характеристикам сравнимый уже с легендарным «Сатурном-V» и доставляющий на низкую околоземную орбиту массу на уровне 120 т.

При массе же полезной нагрузки на околоземной орбите порядка 75–80 т, в которую входит целевая нагрузка и разгонный блок, доставить к Луне пилотируемый и посадочный корабли нужной размерности возможно только отдельными пусками. После чего уже на окололунной орбите произойдет стыковка пилотируемого и посадочного кораблей, космонавты перейдут из первого во второй и опустятся на поверхность Луны.

Снижение грузоподъемности более чем в 1,5 раза существенно упрощает и создание самой ракеты, и ее весьма непростую летную отработку. Кроме того, при таком подходе мы фактически получаем в распоряжение два варианта носителя, то есть и пилотируемый, и грузовой.

В принципе, в рассмотренной схеме полета окололунная орбитальная станция и не нужна. Но в таком случае оба корабля необходимо будет запускать если не одновременно, то по крайней мере с очень небольшим промежутком времени между запусками. Ведь автономность пилотируемого корабля в самостоятельном полете, согласно проектным данным, составляет не более 30 суток.

Возможно, что введение в схему окололунной орбитальной станции предполагается именно для того, чтобы не ставить жестких условий по выдерживанию этого интервала, да и в просторном модуле станции условия для жизни лунного экипажа значительно лучше, чем в возвращаемом аппарате пилотируемого корабля. Кроме того, станция может быть полезной в качестве аварийного убежища на тот случай, если в силу непредвиденных обстоятельств базу на поверхности Луны необходимо будет срочно покинуть.

Правда, в силу вращения Луны «срочное» покидание возможно только в двух случаях: либо орбитальная станция находится на околополярной орбите, а лунная база — вблизи одного из полюсов Луны, либо станция находится на экваториальной орбите, а база — в околоэкваториальной области.

В случае произвольного расположения базы и произвольного наклона плоскости орбиты станции возможность старта предоставляется через определенные промежутки времени, причем максимальное их значение достигает двух недель. Или же взлетной ступени необходимо будет обладать довольно большим запасом характеристической скорости для изменения плоскости орбиты после взлета, что приведет к запредельному возрастанию ее массы. Впрочем, учитывая, что место расположения базы будет выбираться вблизи районов околополярных запасов водяного льда, по всей видимости, речь пойдет о первом варианте.

Наконец, наличие станции будет необходимо, если вахта экипажа на поверхности продлится более одного лунного дня, поскольку собственной автономности корабля в таком случае для обеспечения экспедиции не хватит, а в составе орбитального комплекса корабль может находиться до 180 суток. Как уже говорилось, в составе станции предполагается три модуля (считая стыковочный), но для осуществления названных целей, в принципе, она вполне может быть и моноблочной, подобно советским «Салютам».

Таким образом, технически Россия в состоянии в 2030 году начать пилотируемые полеты к Луне и развертывание на ее поверхности посещаемой базы. Этап одиночных экспедиций, по всей видимости, будет излишним: вряд ли они смогут принести в научном плане намного больше результатов, чем полеты «Аполлонов». Поэтому имеет смысл сразу приступить к строительству базы первого этапа.

После того как на основе данных, полученных автоматами, будет окончательно выбрана подходящая площадка в интересующем районе, в автоматическом режиме на Луну будут доставлены четыре модуля, техника для грунтовых работ, возможно — энергостанция. Последняя, скорее всего, будет выделена в отдельный блок, на что косвенно указывает наличие в перечне разрабатываемой спецтехники кабелеукладчика.

Отдельной инженерной задачей станет обеспечение отклонения точки посадки от заданной на величину, не превышающую самое большее нескольких сотен метров — большой разброс существенно затруднит последующую транспортировку модулей к точке базирования.

После этого первому прибывшему экипажу предстоит осуществить расконсервацию модулей, их взаимное соединение и обсыпку грунтом для обеспечения радиационной защиты, развертывание и подключение энергостанции. И если к этому моменту еще не будет запущена окололунная станция (как это, кстати, предлагалось в 2011 году в программе, разработанной в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева), то, учитывая приведенную выше автономность корабля и продолжительность перелета к Луне, экипажу придется при проведении этих работ уложиться в две недели.

Вахта на лунной базе первого этапа будет состоять из 4-х человек. Численность экипажа выбрана, как уже отмечалось, не случайно. В этом случае при организации выхода на поверхность двое космонавтов остаются на станции, а двое других работают за пределами гермоконтура или уходят в дальнюю поездку на ровере-луноходе. И если с одним что-то случается, то другой сможет ему помочь. Ну а по мере того как в состав базы будут вводиться новые модули, экипаж может возрастать, как это и было по мере развертывания МКС.

### **Ближайшие планы**

Однако снова вернемся к ближней перспективе. Описанная вначале российская программа исследования Луны автоматическими средствами вызывает, казалось бы, вполне логичную критику — ведь всё это, или почти всё, уже было осуществлено в ходе полетов 1960–1970-х годов. Но, во-первых, новые станции полетят к Луне уже совсем с другим приборным оснащением, позволяющим существенно расширить научную программу и провести исследования на качественно ином уровне. Во-вторых, не следует забывать, что практики лунных полетов у нас не было уже без малого сорок лет. Поэтому перед более серьезными шагами необходимо в какой-то мере «повторить пройденный материал», или, как сказал на недавно прошедшей в Москве Международной научной ассамблее КОСПАР заведующий отделом ядерной планетологии Института космических исследований РАН Игорь Митрофанов, «заново научиться садиться на Луну».

То, что в части дистанционного зондирования поверхности Луны огромные успехи были достигнуты американской миссией LRO, тоже не должно смущать: собственные данные, которым мы будем сами полновластные хозяева, нам не помешают. Что же касается других нашумевших миссий — GRAIL и LADEE — то перед ними стояли принципиально иные задачи.

А вот по-настоящему удручают две вещи.

Первая: к сожалению, названные сроки уже далеко не первые в новейшей истории космонавтики. И предыдущие тоже устанавливались на весьма высоком уровне и в итоге не один раз переносились. Кстати, именно эта причина побудила группу частных космических энтузиастов предложить в Интернете свой проект лунной базы, в котором развертывание всей инфраструктуры предполагается, по заявлению разработчиков, осуществлять только на основе существующих средств — то есть ракеты «Ангара-А5», корабля «Союз», разгонных блоков «Фрегат» и КВТК.

В этом проекте лунный корабль, представляющий собой очень глубокую (и вовсе не факт, что технически осуществимую, но это уже другая тема) модернизацию «Союза», садится на поверхность Луны даже без топлива на обратный путь: запас, необходимый для возвращения обратно, должны предварительно доставить два заправщика, а космонавты затем на поверхности осуществляют его перекачку в баки своего корабля.

Модули предлагаемой лунной базы тоже приходится «ужимать» до предела — масса одного не должна превышать 3,2 т. Скорее всего, это ограничение не реализуется «в чистом виде», то есть придется отдельным пуском доставлять некоторое оборудование дооснащения, не уложившееся в лимит, и уже на Луне осуществлять его установку в модули. Места в пилотируемом корабле хватает только для двух человек, которые должны прожить на поверхности Луны в замкнутом пространстве базы целый год. Что не только, как уже обсуждалось, небезопасно по вполне объективным соображениям, но также представляет серьезные сложности психологического плана, с которыми уже неоднократно сталкивались в земных условиях и которые могут представлять смертельную опасность в условиях космических. Напомню, что вахта тщательно психологически подобранного экипажа МКС в значительно более комфортных условиях длится не более полугода, и даже там случается всякое, а уж история мореплавания и полярных экспедиций содержит несчетное число примеров, свидетельствующих явно не в пользу такого решения.

Понятно, что и эффективность такой базы существенно снижается. Ведь конструктивная сложность ее как минимум не уменьшится, а учитывая жесточайшие ограничения по массе и вероятную необходимость экономить на вспомогательных системах, скорее всего, даже возрастет. Управляться с ее обслуживанием придется как минимум вдвое меньшему экипажу, ввиду малой численности которого вряд ли получится организовать полноценную сменную работу. И — вспомним, что людям нужно не только работать, но еще и иногда отдыхать, и желательно не в условиях боковой полки плацкартного вагона.

Потому, отдавая должное энтузиазму рабочей группы, которой автор этой статьи тоже имел честь оказать посильную помощь, следует всё же признать: проект, проработанный на весьма неплохом уровне и призванный показать возможность организации лунной базы без привлечения сверхтяжелого носителя, на самом деле сыграл диаметрально противоположную роль и только еще раз подтвердил необходимость последнего.

Во-вторых и главных. Для того чтобы лунная база не превратилась в проект по очередному вытканию флага, а Россия закрепилась на Луне «всерьез и надолго», необходимо иметь четкую программу действий, которые должны последовать в дальнейшем, и цель, к которой эти действия должны вести. А вот понимания этого вопроса — во всяком случае, в виде официально утвержденного документа — нет, похоже, и в самой РАН.

Доводы о том, что Луну пора не только изучать, но и осваивать, тем не менее, уже давно звучат в отдельных статьях и докладах. Смысл которых состоит в том, что задачей лунной программы должно стать, конечно же, не абстрактное «демонстрирование присутствия человека на другом небесном теле» и даже не исключительно решение научных задач, многие из которых на самом деле могут быть решены автоматическими средствами. Такой задачей должно быть вовлечение ее ресурсных и энергетических запасов в хозяйственный оборот земной цивилизации. Причем речь идет не о нашумевшем в свое время предложении о добыче гелия-3, а о гораздо более масштабной программе. Которая, возможно, когда-нибудь обретет статус федеральной.

Но к этому вопросу — что делать на Луне и почему ее колонизация является для человечества необходимой и неизбежной — мы вернемся в следующей статье.

**Иван Соболев**

выпускник МГТУ им. Баумана, кандидат технических наук, ведущий конструктор первой российской частной космической компании Dauria Aerospace.

В прошлой статье («ТрВ» № 164) мы рассказывали о ближних российских лунных планах, предусматриваемых новой редакцией Федеральной Космической Программы. Поговорим теперь о более далекой перспективе. Впрочем, далекой она кажется только на первый взгляд, более того — о многом из того, о чем пойдет речь, было бы неплохо задуматься уже сейчас.

Выступая на V Международном симпозиуме по Солнечной системе, директор Института космических исследований РАН Лев Зелёный в своем докладе обрисовал три основных блока, которые включают лунные планы России. Первый блок предполагает реализацию проектов, утвержденных в рамках ФКП 2016–2025 годов, целью которых является достижение ближайших научных, технических и технологических целей лунной космонавтики. Второй блок должен обеспечивать создание новой техники для реализации будущих лунных проектов в период 2026–2040 годов. Наконец, третий блок направлен на создание новых прорывных технологий, которые в соответствии с текущим прогнозом будут необходимы для реализации космических проектов на Луне и в дальнем космосе уже после 2040 года.

Как видим, горизонт планирования находится гораздо дальше границ текущей ФКП. Но даже проекты ближнего прицела уже вызвали очередной виток ернических комментариев сетевых завсегдатаев. Общий тон которых варьируется в диапазоне от «на Луне делать нечего» до «лучше бы нам каких-нибудь пряников дали».

Возникает вопрос: насколько это верно, если рассматривать не сиюминутную перспективу, а развитие человечества хотя бы в течение ближайших нескольких десятилетий?

На протяжении всей истории цивилизации одним из главных стимулов технического прогресса было стремление к росту благосостояния. Известно, что одним из главных общих показателей уровня жизни страны или цивилизации является уровень энергопотребления. И это понятно, потому что и производство всех материальных благ, и добыча сырья для этого производства, и их транспортировка к потребителю характеризуется затраченной энергией. А сравнение уровней энергопотребления разных стран и регионов показывает заметную корреляцию между этими уровнями, материальным благосостоянием страны и продолжительностью жизни населения.

По данным, ежегодно предоставляемым Международным энергетическим агентством (International Energy Agency, IEA) <sup>[1]</sup>, в 2011 году мировое потребление энергии только в

электрической форме составило 20407 ТВт·ч. При численности населения Земли в 6,958 млрд человек получаем, что в год на одного жителя Земли приходится 2933 кВт·ч выработанной электроэнергии, или 0,33 кВт мощности. Для примера данные по некоторым странам приведены в таблице, которая наглядно показывает разрыв между регионами планеты.

	Потребление электроэнергии, кВт*ч/чел	ВВП, долл. США/чел	Продолжительность жизни, лет	
			Мужчины	Женщины
США	13227	23700	76	80
Канада	16407	16000	75	82
Великобритания	5517	18400	74	80
Франция	7317	21900	74	82



Россия	6533	2300	58	72
Украина	3662	1600	62	73
Китай	3312	570	69	72
Индия	673	310	59	72
Япония	7847	2600	77	83
Египет	1676	900	69	74.2
Замбия	606	350	45	46

Согласно демографическим прогнозам <sup>[21]</sup>, к концу 2050 года население Земли может составлять от 9 до 10 млрд человек. Таким образом, для того чтобы обеспечить этому населению среднегодовое потребление электроэнергии на уровне России, ее общемировую генерацию придется увеличить в 3,2 раза; до уровня развитых стран, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития (OECD), — в 3,9 раза; до уровня США — в 7 раз. Но, находясь на поверхности Земли, любое производство неизбежно будет взаимодействовать с экосистемой планеты. Причем взаимодействие это будет весьма неблагоприятным для последней. И если учесть тот факт, что до сих пор в мире около 70% электроэнергии вырабатывается весьма «грязными» тепловыми электростанциями, работающими на органическом топливе, а в общей структуре мирового энергопотребления органическое топливо занимает и того больше — до 90%, то становится понятным, что производство указанного выше количества электроэнергии в земных условиях чревато экологической катастрофой.

Сторонники внедрения альтернативных источников энергии (ветровых, солнечных, приливных, геотермальных и т.д.) часто забывают тот факт, что само производство ключевых конструктивных элементов таких энергоустановок, в свою очередь, также потребует увеличения энергозатрат. Например, лишь недавно удалось создать солнечную батарею, которая за свой реальный срок службы на поверхности Земли выработала бы столько же энергии, сколько было затрачено на производство ее самой <sup>[31]</sup>. Следует также помнить, что 60% используемых сегодня в земной энергетике солнечных панелей производится в Китае, где экологические требования не идут ни в какое сравнение даже с российскими. Таким образом, относительное экологическое благополучие одних стран компенсируется развитием природной катастрофы в других.

Наконец, все станции вышеприведенных типов пока не способны обеспечить мощность, сравнимую с мощностью «традиционных» энергоустановок, и, скорее всего, не способны на это в принципе ввиду ограничений как природного, так и антропогенного характера.

Доля ядерной энергетике в мировой выработке энергии на 2010 год, по данным, приведенным в <sup>[41]</sup>, составляла 2,7% — и уже сейчас перед странами, эксплуатирующими АЭС, стоит весьма непростая проблема утилизации отходов и отработавших срок реакторов, которая при возрастании энерговыработки может стать глобальной. Возможно, что указанная проблема является принципиально нерешаемой. Работы же в области осуществления «чистой» управляемой реакции синтеза ведутся уже не первое десятилетие, и до сих пор неясно, когда можно ожидать серьезного успеха в этом направлении — некоторые прогнозы появления первых промышленных образцов реакторов относят на период после 2100 года.

Можно ли сохранить и даже увеличить объем производства жизненных благ, снизив энергозатраты? Меры по энергосбережению, безусловно, необходимы. Но уже практика сегодняшнего дня показывает, что производство энергосберегающих устройств требует специфических условий и технологических установок, что, в свою очередь, также ведет к необходимости увеличения производства энергии для обеспечения технологического процесса. Один пример: сегодня энергосберегающие лампы по сравнению с традиционными потребляют меньше энергии в ходе эксплуатации, но требуют более высоких затрат на производство и утилизацию.

Как видим, круг опять замыкается.

Таким образом, в случае сохранения существующих тенденций развития промышленности, при росте населения Земли и среднего жизненного уровня современными темпами в «замкнутой» (то есть не осуществляющей освоение Космоса) цивилизации ресурсные и экологические проблемы уже в не самом отдаленном будущем приведут к началу необратимых процессов в биосфере планеты.

Сегодня в развитых странах величина совокупного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды составляет 2—7% ВВП, а природоохранные затраты достигают 3—6% ВВП. Практика показывает, что величина эта явно недостаточна, и по самым оптимистичным оценкам для полного парирования негативных последствий она должна достигать 7 — 10% ВВП, по менее

оптимистичным — до 30% [5]. Если же с принятием необходимых мер опоздать, то ситуация усугубится, и тогда восстановление биосферы (если оно вообще окажется технологически возможным) потребует затрат, эквивалентных уже 40-50% ВВП [6] и даже больше. И в случае «общепланетного кризиса» значительную часть ресурсов придется сосредоточить уже на обеспечении выживания Человечества. Впрочем, будем честными — не всего Человечества, а меньшей его части, на остальное просто не хватит сил.

Варианты выхода из ситуации возможны следующие.

Первый путь состоит в законодательном регулировании промышленного производства в глобальных масштабах, сознательном снижении жизненного уровня в развитых странах, помощи развивающимся странам, преимущественном развитии биотехнологий, свертывании энерго- и материалоемких, экологически сложных отраслей промышленности, то есть фактически в добровольном возвращении к уровню примерно XIX века.

Однако при нынешней численности населения планеты, превышающей население двухвековой давности примерно в семь раз, этот путь ведет к массовому голоду, социальным потрясениям и развалу цивилизации. Кроме того, если смотреть на вещи реально, то представляется весьма сомнительным, что развитые страны пожелают добровольно снизить уровень жизни своего населения, а стремительно развивающиеся гиганты типа Китая или Индии согласятся отказаться от возможности (пусть даже кажущейся) достичь уровня жизни современных развитых стран.

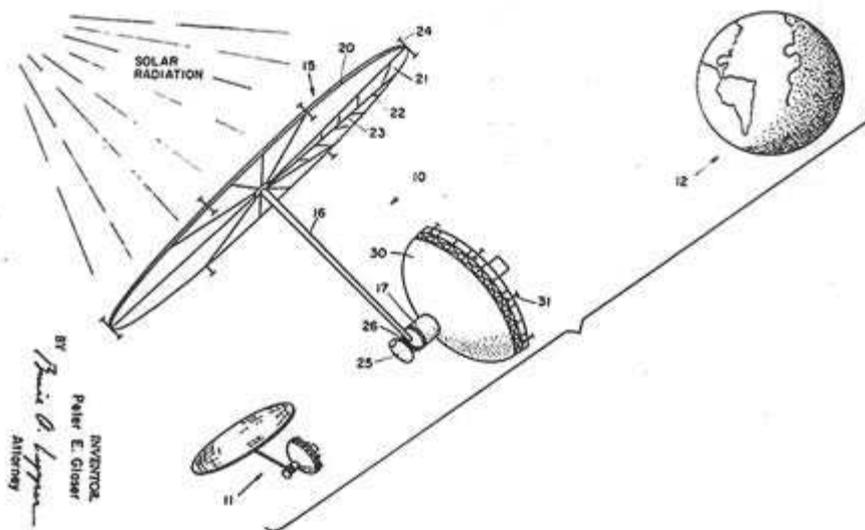
В качестве некоего подварианта этого пути могу привести цитату из одной интернет-дискуссии: «Насчет нехватки ресурсов — их не хватает тому количеству населения, что есть в данный момент. Сократить популяцию на треть и все проблемы нехватки ресурсов исчезнут!» Так и хочется поинтересоваться, а каким образом автор данного предложения предполагает осуществлять его на практике и, главное, с кого он предложит это сокращение начать.

Существенно смягчить ситуацию могла бы рационализация структуры потребления и отказ от тех его составляющих, «необходимость» которых для человека не столько объективна, сколько создана искусственно в интересах производящих компаний. Однако, опять же, — это вряд ли возможно в условиях экономики, ориентированной в первую очередь на извлечение как можно более быстрой прибыли.

Второй путь предполагает «СуперНТР», представляющую собой форсированное развитие принципиально новых технологий и изменение физической основы применяющихся в промышленности технологических процессов. Например, специалистами самарского ЦСКБ «Прогресс» было подсчитано, что замена традиционного способа производства вафельной оболочки топливного бака сверхтяжелой ракеты-носителя (прокат плиты толщиной до 40 мм, фрезерование вафельной обечайки, при котором 95 процентов материала уходит в стружку, сварка лазером в аргонной среде и т.д.) на формирование того же бака путем молекулярной сборки приводит к сокращению энергозатрат в 5 раз! Безусловно, такой путь должен стать магистральным путем развития производства, однако представляется сомнительным, чтобы реальные успехи в этих направлениях были достигнуты в ближайшие десятилетия.

И наконец, третий путь: не прекращая работ по второму направлению, разработать и начать осуществление программы выноса энергоемких и экологически грязных производств за пределы Земли. При этом задачи космонавтики окажутся неразрывно связаны с широкомасштабной индустриализацией космического пространства. И первыми космическими производственными объектами станут именно объекты энергетического комплекса.

Преимущества космических солнечных электростанций (КСЭС) с точки зрения потерь энергии вполне ощутимы. Так, КПД самых современных ТЭС составляет 35-40%, однако в большинстве случаев его величина находится на уровне 25%, использование парогазовых установок может повысить его значение максимум до 60%. То есть потери составляют от 40 до 75% — понятно, что потерянная энергия идет на повышение температуры земной атмосферы. В среднем же считается, что вся земная энергетика при выработке 1 кВт\*ч электроэнергии в атмосферу выбрасывает более 2 кВт\*ч (то есть теряется 66% энергии). КПД приемной ректенны, преобразующей энергию падающего СВЧ-излучения в энергию постоянного тока в экспериментах, осуществлённых ещё в 1976 году, составлял 80%, по современным оценкам он может составлять 85-90% (наивысшее значение, достигнутое в лабораторных условиях, — 91,4%[7]). Принимая КПД прохождения атмосферы равным 90%, получаем, что из потока энергии, подошедшего к Земле, потеряно будет 20-25%. Разница весьма заметна.



КСЭС концепции П. Глейзера с жесткой конструкцией ФЭП (1968 год)

С инженерной точки зрения существуют следующие основные концепции космического энергоснабжения Земли:

1. на базе КСЭС, размещаемых на низких околоземных орбитах (предложение НПО им. С.А. Лавочкина, Россия);
2. на базе КСЭС, размещаемых на геостационарной орбите (проект ЦНИИМаш, Россия; проект SolarBird, Япония; КСЭС по программе Пентагона 2007 года, США; проект Solaren, США);
3. на базе КСЭС, размещаемых в точках Лагранжа (проект РКК «Энергия», Россия);
4. на базе лунных солнечных электростанций (Лунная космическая солнечная электростанция — ЛСЭС) с использованием орбитальных ретрансляторов энергии (Центр Келдыша, Россия; концепция Крисвелла, США);
5. на базе ЛСЭС с прямой передачей энергии (предложение Shimizu Corporation, Япония).



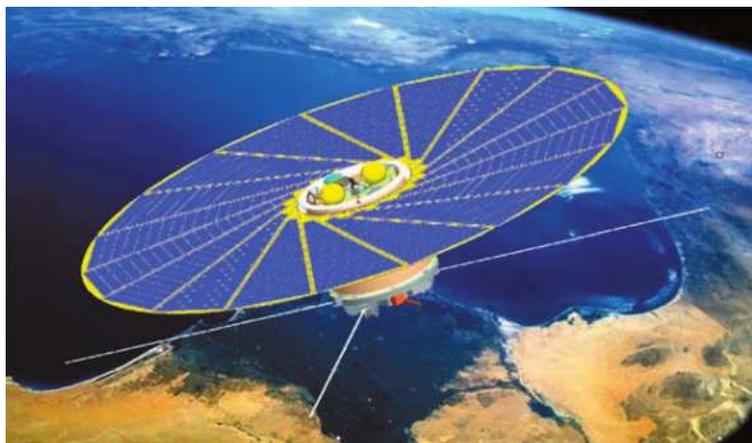
Глобальная лунная СЭС (проект Shimizu corporation). ([www.shimz.co](http://www.shimz.co))

В нашей стране в ходе проработок, в которых принимали участие предприятия космической и радиоотраслей (коротко об этих проектах упоминалось в статье «На Марс — чтобы жить!», опубликованной в «ТрВ» № 129), были предложены различные варианты конструкции и орбитального размещения *космических солнечных электростанций* (КСЭС). Однако во всех случаях речь шла о спутниках-электростанциях мощностью 1–10 ГВт [8]. Это мощность станции, которая может иметь значение для энергоснабжения ограниченного региона. С одной стороны, эта цифра восходит к первым проектам (начиная с предложения П.Глейзера 1968 года), в которых КСЭС рассматривались лишь как региональный источник энергии. С другой — дальнейшее наращивание мощности единичного КА приведет к значительному увеличению габаритов орбитальной конструкции, усложнению динамики и управления, а, следовательно, и возрастанию

вероятности аварии. Но если ставить цель увеличить выработку космического сегмента энергетики до значений, сравнимых с современной выработкой земной энергетики, то нужно будет вывести на орбиту, в лучшем случае, сотню таких электростанций.

Но если поставить задачу увеличить суммарную мощность космической энергетики хотя бы до 1 ТВт (что в 2,6 раза меньше суммарной мощности производства электроэнергии в мире на 2013 год), то потребуются, в лучшем случае, сотня таких электростанций. Каждую из которых нужно будет вывести на орбиту, обслуживать в орбитальных условиях, а после снижения мощности ниже приемлемого значения — утилизировать, и на ее место выводить новую. Если же мощности в 10 ГВт по каким-либо причинам достичь не удастся, то потребуются уже целый «орбитальный рой» из нескольких сотен станций, совместное управление полетом и функционированием которых представляется труднореализуемым.

Следует также отметить, что конструкции с традиционными каркасными фотоэлектронными преобразователями (ФЭП) с жесткой подложкой при таких мощностях будут иметь запредельную массу – так, в проекте американской компании Solaren масса КЭС мощностью 1 ГВт оценивается в 10 тысяч тонн. Разработчики российских КЭС утверждают, что революционно снизить её удастся с применением центробежных бескаркасных конструкций тонкопленочных ФЭП, разворачиваемых и удерживаемых в развернутом положении за счет вращения КА. В работах, посвященных этой теме, часто упоминается ссылка на эксперимент «Знамя-2», успешно осуществлённый 4 февраля 1993 года. Тогда с помощью установки, размещённой на корабле «Прогресс-М15» в космосе было развернуто зеркало-отражатель диаметром 20 м, материалом которого служила плёнка толщиной 5 мкм. Но в 1999 году эксперимент «Знамя – 2.5», в котором диаметр зеркала составлял 25 м, закончился неудачей, в итоге эксперимент «Знамя – 3», предполагавший развертывание отражателя диаметром 70 м, так и не состоялся. Удастся ли на практике развернуть «парус» диаметром 3 километра, необходимый для КЭС мощностью 1 ГВт — пока остаётся только гадать. Кстати – даже если принять перспективную ожидаемую удельную мощность тонкопленочных батарей на базе арсенида галлия в 5000 Вт/кг [9], то масса только поверхности ФЭП станции мощностью 10 ГВт составит 2000 тонн. Посчитать величину грузопотока на геостационарную орбиту, который потребуется реализовать при развертывании даже нескольких таких станций (не говоря уже о нескольких сотнях), и сделать весьма неоптимистичные выводы, думаю, несложно. Предложения использовать для вывода такой массы наземных электромагнитных ускорителей вряд ли выйдут за рамки теоретических проработок. Впрочем, даже чисто физически разместить подобный «флот» на геостационарной орбите, где уже сейчас становится тесновато, вряд ли будет реально.



Российский проект КЭС с тонкопленочными ФЭП, удерживаемыми раскруткой. ([www.aselibrary.ru/dataphotos](http://www.aselibrary.ru/dataphotos)) Таким образом, вне зависимости от используемого принципа передачи энергии на поверхность Земли, система орбитальных КЭС при высокой конструктивной и эксплуатационной сложности потребует вывода значительной массы с поверхности Земли. И при характеристиках, вполне достаточных для ее использования в качестве регионального источника энергоснабжения, по всей видимости, она не обладает потенциалом для развития до

уровня основной системы энергоснабжения планеты.

Именно поэтому значительно более привлекательной выглядит идея размещения КЭС не на орбите (хотя, возможно, какое-то количество орбитальных КЭС будет создано и развернуто), а на поверхности Луны.

Основным преимуществом такого подхода является то обстоятельство, что с Земли в космос нужно вывести только модули лунной базы и оборудование робототехнического комплекса, с помощью которого производство панелей ФЭП будет осуществляться уже непосредственно на поверхности Луны из местного сырья [10]. Сами панели при этом будут не висеть в пространстве, а закрепляться на поверхности небесного тела, что снимает большую часть проблем, возникающих при орбитальном базировании.

Наконец, появляется возможность практически безгранично увеличивать площади ФЭП таких станций, при этом никакой дополнительной массы сырья с Земли не выводится (за исключением

расходных материалов, необходимых для обеспечения работы обитаемой лунной базы и производственного комплекса). Тем самым открывается путь к наращиванию космического сегмента энергопроизводства до мощностей, сравнимых с мощностями всех наземных электростанций, потребляющих невозобновляемые ресурсы.

Доводы о том, что малейшее отклонение передающего энергетического луча чревато катастрофой, несостоятельны, поскольку средняя плотность потока энергии на ректенне составляет 10-50 Вт/м<sup>2</sup> для СВЧ и 5000 Вт/м<sup>2</sup> для лазера [11] и весьма далека от «апокалиптических» значений, а возможность более плотной фокусировки, скорее всего, будет исключена конструктивно (для сравнения — в испытанной недавно в США боевой лазерной установке High Energy Laser Mobile Demonstrator энергия в 10000 Вт передается лучом диаметром в 2.5 см). Более того — в силу самого расположения за пределами Земли ЛСЭС гораздо более устойчива к земным стихийным бедствиям и социальным конфликтам, чем даже наземная АЭС, последствия аварии или теракта на которой будут воистину катастрофическими.

### **Что делать?**

Автору довелось участвовать в пока предварительных проработках стратегии освоения Луны в рамках НИР, где в качестве одной из первых задач лунного производства рассматривалась именно выработка энергии. Схема реализации такого плана в ней представлялась следующим образом.

На I этапе осуществляется развертывание «пионерской» базы на поверхности Луны, — собственно, именно эта часть работ и рассматривается в новой редакции ФКП. Основные требования к такой базе мы уже рассматривали (ТрВ-Наука № 164) [в предыдущей статье](#).

После завершения строительства базы начнется II этап, связанный с ее дальнейшим развитием и переходом на использование местных ресурсов. На этом этапе осуществляется создание и апробация технологических демонстраторов. В первую очередь нужно будет отработать в лунных условиях добычу веществ наиболее критичных для жизнеобеспечения лунного форпоста: воды, кислорода и, возможно, водорода. Кроме того, необходимо будет отработать технологию получения основного для осуществления энергетического проекта элемента — кремния.

На III этапе осуществляется промышленное освоение технологии производства панелей ФЭП на основе лунного кремния, — можно сказать, что именно тогда на Луне появляются первые заводы. По всей видимости, параллельно предстоит построить несколько орбитальных КСЭС, выводимых с Земли, для отработки технологии передачи энергии на Землю и осуществления ее приема; думается также, что такие станции удобно будет использовать для энергоснабжения удаленных регионов нашей страны.

IV этап предполагает развертывание опытной электростанции и осуществление технологического эксперимента по передаче энергии на Землю; вероятно, на этом этапе следует рассматривать ЛСЭС с конечной мощностью, не превосходящей нескольких гигаватт.

На V этапе осуществляется последовательное увеличение мощности ЛСЭС и начало промышленной передачи электроэнергии на Землю.

И наконец, наступает VI этап, который предполагает сокращение энергопроизводства на поверхности планеты, в первую очередь на тепловых электростанциях, с соответствующим повышением энерговыработки ЛСЭС.

Таким образом, полеты к Луне и строительство посещаемой базы на этот раз являются первыми шагами к достижению стратегической цели — обеспечению доступа к лунным ресурсам и их вовлечения в промышленный оборот. Вместе с этим, естественно, будет решаться и широкий круг задач как научного, так и технологического характера.

В завершение несколько слов об экономической эффективности. К сожалению, детальный и доказательный её расчет потребует отдельной статьи и явно выйдет за рамки данного материала. Тем более, что при сравнении ЛСЭС и наземных станций нужно учитывать не только затраты, связанные с доставкой на поверхность Луны необходимого оборудования и с эксплуатацией комплекса, но также, с другой стороны, честно рассчитывать затраты, обусловленные парированием вреда, наносимого Земле при добыче топлива для наземных ТЭС и АЭС, при его транспортировке и переработке, в ходе самого процесса получения энергии, её доставки до потребителя и переработке отходов производства. Причем сравнивать нужно наземный и космический энергокомплексы, как минимум, регионального (а лучше – глобального) масштаба с близкой по величине выработкой энергии. Так, для лунных энергостанций, согласно приведенным в [10] оценкам, при мощности в 1 ГВт стоимость энергии действительно будет составлять весьма значительную величину 1,4 долл./кВт\*ч. А вот для комплекса мощностью 3 ТВт она составит уже 0,01 долл./кВт\*ч. Для сравнения — стоимость энергии, производимой на ТЭС, в среднем составляет ~ 0,1 долл./кВт\*ч.

Космическая энергетика относится к той категории проектов, которые нельзя реализовывать из расчета на «чуть-чуть», поскольку ее эффективность растет по мере роста масштабов и

мощностей. И точно так же, как многообразную транспортную космическую систему имеет смысл внедрять только при наличии большой величины грузопотока «Земля — орбита — Земля» (при единичных пусках МТКС неизбежно проигрывает в эффективности традиционным одноразовым носителям), лунную энергосистему имеет смысл развивать только при твердом намерении идти вперед по выбранному пути до конца. Впрочем, как было показано выше, другие пути вряд ли можно считать привлекательными для человечества.

- [1.](#) *Key World Energy STATISTICS. International Energy Agency. 2013.*
- [2.](#) *World Population Prospects. The 2010 Revision United Nations New York. 2011*
- [3.](#) M. Dale, S.M. Benson. *Energy Balance of the Global Photovoltaic (PV) Industry — Is the PV Industry a Net Electricity Producer? // Environmental Science & Technology. 2013. 47 (7). P. 3482–3489.*
- [4.](#) *Renewable energy policy network FOR the 21ST century.*
- [5.](#) Е.В. Рюмина. *Соотношение природной ренты и экологических издержек // Проведение оценки воздействия на окружающую среду в государствах-участниках СНГ и странах Восточной Европы. М.: Государственный центр экологических программ, 2004. С. 92–98.*
- [6.](#) Е.М. Семина, Т.Н. Шушунова. *Влияние внедрения стандартов экологического законодательства на микроэкономическую политику российских предприятий // Успехи в химии и химической технологии. Том 2012. № 8 (137). С. 92–95.*
- [7.](#) В.Л. Саввин, Ю.А. Пирогов, Г.М. Казарян, Д.А. Михеев. *Экологическая безопасность наземной микроволновой линии передачи энергии // Физические проблемы экологии. № С. 419.*
- [8.](http://izvestia.ru/news/545831) <http://izvestia.ru/news/545831>
- [9.](#) Г.Г. Райкунов, В.М. Мельников, А.С. Чеботарёв, В.И. Гусевский, Б.Н. Харлов. *Проблемы создания космических солнечных электростанций (КСЭС) мощностью 1–10 ГВт, транслирующих энергию на Землю // Авиационные и космические технологии. 2011. № 3. С. 69–73.*
- [10.](#) Ю.М. Еськов. *Экологически чистая мировая энергетика и космонавтика в XXI веке. М., 2004.*
- [11.](#) Луна — шаг к технологиям освоения солнечной системы / науч. ред. акад. В.П. Легостаев и чл.-корр. В.А. Лопота. М.: РКК «Энергия», С. 584.

## СПОКОЙНОЙ НОЧИ, МОЗГ

*глава из книги «Еда и мозг. Что углеводы делают со здоровьем, мышлением и памятью» невролога Дэвида Перлмуттера о том, почему работа нашего мозга зависит от качества и количества сна.*

Когда 48-летний биржевой брокер Самуэль пришел ко мне на прием одним ноябрьским вечером, то попросил меня «наладить его здоровье». Со мной это было не впервые, нередко ко мне обращались с такой общей и слегка размытой просьбой. Но я знал, чего на самом деле он хотел: Самуэль хотел, чтобы я проникся его страданием и помог ему впервые почувствовать себя человеком, пышущим здоровьем. Это сложная задача для любого доктора. Тем не менее в одутловатом лице пациента было нечто такое, что мгновенно навело меня на мысль о его возможной проблеме. Изучив анамнез и основные жалобы, я выяснил, что Самуэль страдал сниженной функцией щитовидной железы и получал определенные препараты. Он сказал, что его жизнь полна стрессов, но общее состояние оценил как хорошее. Мне было не за что зацепиться, кроме прошлых проблем со здоровьем, но внезапно пациент сообщил, что у его сына в младенчестве отмечалась чувствительность к твердой пище, а впоследствии диагностирована чувствительность к глютену. Начав углубляться в проблему со щитовидной железой, я выяснил, что Самуэль страдал аутоиммунным заболеванием — тиреодитом Хашимото.

Результат дальнейшего обследования показал, что у него была очень высокая чувствительность к глютену: уровень только одного из 24 изученных антител был в пределах нормы. Самуэль отчаянно нуждался в рационе без клейковины.

Через четыре месяца после того, как он начал придерживаться диеты, я получил от него письмо, которое невольно заставило меня улыбнуться. Самуэль признался, насколько несчастным был в момент, когда решил записаться ко мне на прием. Очевидно, он лукавил, когда описал свое здоровье словом «хорошее». Судя по всему, все было далеко не хорошо. Он писал: «Прежде чем у меня диагностировали гиперчувствительность к глютену, казалось, что я падаю в пропасть... Несмотря на то что мне было чуть больше сорока, меня преследовало постоянное ощущение вялости. Мое настроение менялось в мгновение ока, и я срывался по мелочам. ...Теперь я снова стал старым добрым беззаботным человеком, переполненным энергией, которой хватает на весь день. Сейчас я хорошо сплю по ночам, а боль в суставах прошла. Я снова могу ясно мыслить и не отвлекаться во время работы. Но и это не самое приятное: жир вокруг моей талии, от которого я никак не мог избавиться, в буквальном смысле слова растаял в течение двух недель».

Несмотря на то, что Самуэль не упомянул о проблемах со сном, когда я проводил первый осмотр, у меня возникло ощущение, что крепкий сон давно обходил его спальню стороной. Он выглядел измотанным. Многие мои пациенты до лечения страдают бессонницей. Для них это становится настолько привычным состоянием, что они забывают, что значит хорошо спать по ночам, пока снова не испытают удовольствие проснуться отдохнувшими. Возможно, Самуэль думал, что здоровый сон — всего лишь побочный эффект диеты, не содержащей глютен. Но за этим стоит нечто большее. Многие из нас недооценивают пользу сна, но это на самом деле один из самых ценных в жизни капиталов, который, во-первых, достается нам бесплатно, а во-вторых, жизненно важен для нашего благосостояния. Кроме того, сон — основной инструмент в борьбе против дегенеративных заболеваний мозга, и об этом вам как раз предстоит узнать.

### Научные основы сновидений

Сегодня, как никогда раньше, мы понимаем всю ценность сна с научной точки зрения. Доклинические и клинические исследования продемонстрировали, что работа практически всех систем организма — особенно мозга — зависит от качества и количества сна. Среди многих доказанных преимуществ можно выделить его способность регулировать, сколько мы едим, насколько быстро происходит обмен веществ, толстеем мы или худеем, можем ли бороться с инфекциями, насколько креативными и проницательными можем быть, хорошо ли справляемся со стрессом, насколько быстро мы способны обрабатывать информацию, получать новые знания, организовывать воспоминания и хранить их. Здоровый сон, который для большинства из нас предполагает по крайней мере семь часов подряд, также оказывает влияние на наши гены.

В начале 2013 года английские ученые выяснили, что нехватка сна в течение одной недели изменяла работу 711 генов, включая те, которые отвечают за стресс, воспаление, иммунитет и метаболизм. Все, что оказывает отрицательное воздействие на эти важные функции организма,

оказывает влияние и на мозг. Мы зависим от этих генов — ведь именно они обеспечивают постоянную поставку белков, отвечающих за восстановление поврежденной ткани. Несмотря на то, что мы не всегда можем заметить побочные эффекты плохого сна на генетическом уровне, мы, безусловно, ощущаем признаки хронической его нехватки: растерянность, ухудшение памяти, спутанность сознания, снижение иммунитета, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, диабет и депрессия. Все эти состояния тесно связаны с мозгом.

Мы уже смирились с тем, что некоторые из нас отказываются от сна в пользу других потребностей организма. Эксперты сегодня концентрируются не только на его количестве, но и на качестве, то есть на его способности восстанавливать мозг. Что лучше: крепко спать в течение шести часов или восьми, но беспокойно? Возможно, кому-то покажется, что на такие вопросы легко ответить, и что мы знаем о сне все, что необходимо. Но наука все еще пытается разгадать, какое воздействие он оказывает на мужчин и женщин. Как раз когда я занимался написанием этой главы, было опубликовано новое исследование об «удивительном влиянии сна на аппетит». Как оказалось, гормоны, на которые влияет недосыпание, отличаются у мужчин и женщин. Хотя исход аналогичен для обоих полов — склонность к перееданию, — лежащий в основе импульс к утолению голода различается. Что касается мужчин, недостаточный сон приводит к повышению уровней грелина — гормона, повышающего аппетит. У женщин недосыпание никак не влияет на грелин, но при этом снижает уровни глюкагоноподобного пептида-1 (ГПП1) — гормона, подавляющего аппетит. Безусловно, тонкая грань может показаться несущественной, ведь в результате мы все равно приходим к аналогичному исходу — начинаем больше есть, но именно этот факт и подтверждает, насколько плохо мы осведомлены о том, каким образом биохимия организма в целом реагирует на сон.

Если нам что-либо известно о нем наверняка, так это то, что с возрастом спать становится все сложнее. Данный факт обусловлен рядом причин, многие из которых связаны с медицинскими состояниями, способными нарушить даже самый крепкий сон. 40% людей в возрасте лишены крепкого сна из-за таких хронических проблем, как апноэ и бессонница.

Доказана связь между нарушениями сна и снижением когнитивных способностей. Кристин Йоффе, психиатр из Калифорнийского университета, изучает людей в группе риска развития когнитивных расстройств и слабоумия. В своей клинике расстройств памяти она нашла общий знаменатель для самых распространенных жалоб пациентов — им всем сложно заснуть и не просыпаться в течение ночи. Пациенты сообщают, что на протяжении дня они чувствуют себя уставшими и им приходится делать небольшие перерывы на сон. Когда Йоффе провела несколько исследований, проанализировав за пять лет более 1300 взрослых в возрасте за 75, она отметила, что у людей с нарушением дыхания во сне или апноэ вероятность развития слабоумия с течением времени в два раза выше. Пациенты, страдающие от нарушений естественного суточного биоритма, или те, кто часто просыпался среди ночи, также находились в группе повышенного риска.

Суточный биоритм — сердце и душа нашего благополучия. Уже примерно в шестинедельном возрасте у нас вырабатывается модель повторяющейся активности, связанная с циклами дня и ночи, которая сохраняется на протяжении всей жизни. Подобно закатам и рассветам, эти ритмы повторяют себя примерно каждые двадцать четыре часа. Мы живем в соответствии с разнообразными циклами, совпадающими с 24-часовыми солнечными сутками: от цикла сна—бодрствования до установившихся биологических ритмов — повышения и снижения уровня гормонов, перепадов температуры тела, а также увеличения и уменьшения количества определенных молекул, которые оказывают положительное влияние на наше здоровье. Когда наш ритм находится не в гармонии с двадцатичетырехчасовыми солнечными сутками, мы чувствуем себя разбитыми или уставшими: именно это происходит в момент, когда мы, пересекая часовые пояса, заставляем организм быстро адаптироваться к новому циклу.

Создается впечатление, что многие люди не осознают, насколько тесно их биоритм укоренился в привычках, связанных со сном, и до какой степени он контролируется мозгом. Самый очевидный пример — температура тела, которая поднимается в течение дня, слегка снижается после обеда (отсюда и желание сделать перерыв на сон во второй половине дня), достигает максимума к вечеру, а затем снижается ночью — и все это следствие активности определенных гормонов в организме. Ранним утром температура находится на самом низком уровне, символизируя начало нового цикла. Это связано с тем, что уровни кортизола достигают максимума утром, а в течение дня снижаются. Люди, которые работают посменно, находятся в группе повышенного риска развития серьезных заболеваний.

Поэтому, когда в следующий раз вы будете чувствовать беспричинную усталость, перепады настроения, голод, жажду, заторможенность мышления, проблемы с памятью или даже тревогу, агрессию или возбуждение, задумайтесь о том, как вы спите в последнее время, чтобы понять

истинную причину такого состояния. Достаточно будет сказать, что мы нуждаемся в надежной модели чередования бодрствования и здорового сна, чтобы регулировать работу гормонов. Мы сконцентрируемся на одном из них, о котором практически все забывают, недооценивая его важность, — на лептине. Это бессменный координатор воспалительного ответа организма, который находится под огромным влиянием сна и помогает понять, испытываем ли мы потребность в углеводах.

### **Чем толще вы, тем меньше мозг**

Открытие лептина, поразившее медицинское сообщество и навсегда изменившее не только взгляд на человеческое тело и его сложную гормональную систему, но также на сон и его истинную ценность, произошло в 1994 году. Стоило предположить, что мы уже изучили все гормоны и их функции, как на горизонте появился новый, о существовании которого раньше и не подозревали. Возможно, это открытие запоздало по той причине, что лептин был найден в несвойственном для гормона месте — в жировых клетках.

Я уже говорил, что раньше эти клетки были для нас не более чем камерой, упакованной ненужными калориями, — скажем так, запасами на черный день. Но сейчас достоверно известно, что жировая ткань участвует в физиологических процессах так же интенсивно, как и другие жизненно важные органы, и все это благодаря лептину, который решает, будет ли у нас в конечном счете большой живот и, как следствие, маленький мозг. Если говорить простым языком, лептин — примитивный инструмент выживания. Он тесно связан с координированием метаболической, гормональной и поведенческой реакции в ответ на голод. Этот гормон оказывает мощнейший эффект на наши эмоции и поведение. Лептин — своего рода хранитель, стоит понять его устройство, и вы будете точно знать, как регулировать остальную гормональную систему, чтобы в итоге научиться виртуозно управлять своим здоровьем.

Несмотря на то, что лептин находится в жировых клетках, это совсем не значит, что он плохой. В избыточном количестве он действительно может привести к проблемам, например к дегенеративным расстройствам. Но здоровые уровни лептина способны предотвратить большинство заболеваний, связанных со старением, тем самым продлевая жизнь. Чем выше ваша чувствительность к этому критически важному гормону, тем здоровее вы будете. Под чувствительностью я понимаю то, каким образом ваши рецепторы воспринимают лептин и используют его. Нора Гедгаудес, признанный специалист в области диетологии, дает краткое определение лептину в книге «Первобытное тело, первобытный разум»: «Лептин полностью контролирует метаболизм млекопитающих. Большинство людей полагают, что эту функцию выполняет щитовидная железа, но в действительности именно лептин регулирует скорость обмена веществ. Именно он решает, что делать с жиром: заставить нас почувствовать голод и накопить жир или же сжечь его. Лептин управляет воспалительной реакцией и может координировать работу нервной системы. Если какая-либо часть гормональной системы работает неправильно, едва ли вы сможете полностью решить свои проблемы, пока не возьмете под контроль уровень лептина».

В следующий раз, когда вы отложите вилку и встанете из-за обеденного стола, скажите спасибо этому гормону. Когда ваш желудок наполняется, жировые клетки выделяют лептин, чтобы передать мозгу сигнал, что настало время остановиться. Это ваши тормоза. И это объясняет, почему люди с низким уровнем лептина склонны к перееданию.

Исследование 2004 года, которое считается эпохальным, показало, что у людей с 20%-ным снижением уровня лептина чувство голода и аппетит увеличивались на 24%, вследствие чего они употребляли в пищу продукты с высоким содержанием калорий и углеводов: сладости, соленые снеки и продукты, содержащие крахмал. Что же послужило причиной такого падения уровня лептина? Недостаток сна.

У лептина и инсулина много общего, хотя они и противодействуют друг другу. Это две провоспалительные молекулы. Сам по себе лептин — цитокин. Он контролирует создание других воспалительных молекул в жировой ткани организма. И это объясняет, почему люди, страдающие избыточным весом и ожирением, подвержены различным воспалениям. Лептин и инсулин — важные персоны в управленческом звене организма, поэтому связанные с ними нарушения, как правило, спускаются вниз по спирали, нанося серьезный ущерб практически всем системам, захватывая даже те, которые не контролируются напрямую этими гормонами. Но и это еще не все. На лептин и инсулин отрицательно воздействуют одни и те же вещества, а самые страшные их враги — углеводы. Я уже рассказывал, как возникает инсулинорезистентность. Та же история и с лептином. Когда организм перегружен и подавлен веществами, вызывающими постоянные скачки

уровней лептина, рецепторы лептина начинают выключаться, а у вас развивается устойчивость к этому веществу. Вы остаетесь один на один со своим телом, подверженным заболеваниям и всевозможным дисфункциям. Поэтому, несмотря на то, что уровни лептина повышены, он не выполняет свою основную функцию: не передает в мозг сигналы, что вы наелись. В результате вы не можете остановиться и продолжаете есть. А это грозит прибавкой в весе и ожирением, что чревато риском нарушения мозговой деятельности.

Ни один из известных в мире препаратов не способен нормализовать уровень лептина. А вот здоровый сон и здоровое питание обязательно помогут.

### **Обратная сторона медали: грелин**

Еще один связанный с аппетитом гормон, о котором стоит упомянуть, прежде чем я продолжу свой рассказ, — это грелин. Он с лептином как инь и ян. Грелин вырабатывается желудком, когда он пуст, повышая тем самым аппетит. Он посылает в мозг сигнал, что вам необходимо поесть. Неудивительно, что нарушенное равновесие между лептином и грелином нанесет урон вашим вкусовым пристрастиям, ощущению наполненности желудка, способности противостоять искушениям на кухне, а значит, навредит вашей талии. Как показали исследования, уровни грелина у мужчин взлетали до небес в ответ на нарушение режима сна. Это провоцировало повышение аппетита и склонность к злоупотреблению продуктами с высоким содержанием углеводов и низким содержанием питательных веществ, которые легко превращаются в жир практически сразу после попадания в рот. Когда гормоны аппетита ведут себя ненадлежащим образом, нарушаются связи между мозгом и желудком. Вы ошибочно полагаете, что голодны, получая импульсы, которым сложно противостоять, вождедая те продукты, которые только замкнут порочный круг образования жира, повышая тем самым риск развития нарушений и заболеваний головного мозга. Проще говоря, если вы неспособны контролировать голод и аппетит, остается только пожелать вам удачи в управлении биохимией крови, метаболизмом, размером талии и, что самое главное, перспективой повреждения мозга, которая маячит на горизонте. На третьей неделе разработанной мною программы я попрошу вас сконцентрироваться на здоровом сне, чтобы вы смогли контролировать гормоны, оказывающие прямое влияние на судьбу вашего мозга. И вам не придется прибегать к разнообразным веществам, помогающим заснуть. Лучший сон для мозга — естественный.

**«Будем здоровы!»**

*« Вино запрещено, но есть четыре «но»:  
Смотря кто, с кем, когда и в меру ль пьет вино.  
При соблюдении сих четырех условий  
Всем здравомыслящим вино разрешено».*

*Омар Хайям*

Театр многолик и изменчив, как Жизнь, но опирается на каноны, которые позволяют ему оставаться именно Театром.

Мимолетное, неповторимое, постоянно меняющееся искусство гастрономии опирается на законы физиологии человека, даже когда вступает в противоречие с ними. В самом деле, трудно предположить, что «драматурги» Театра Еды намерены уничтожить свою публику.

Однако «Уважаемая Публика», мы с вами должны следовать некоторым правилам, чтобы наслаждение пищей не превратилось для нас в самоубийство.

Эти правила известны давно и помогают безопасно общаться даже с таким коварным гастрономическим персонажем, как спиртное.

Обратимся к опыту предшественников.

3 марта 1806 года в московском Английском клубе был дан обед в честь князя Багратиона. «С третьего блюда начались тосты, и когда дежурный старшина, бригадир граф Толстой, встав, провозгласил: «Здоровье государя императора!» - все встали с мест своих, и собрание разразилось громогласным «ура»...» (Дневники С.П. Жихарева)

А вот домашний обед (из «Воспоминаний» Ю. Арнольда). «Обед обыкновенно состоял из 7-8 «антре». После третьей перемены встает наипочтеннейший гость и возглашает тост...».

Какая значимая деталь! Первый тост поднимали после того, как собравшиеся уже прилично подкрепились. Это важно для того, чтобы алкоголь не вредил пищеварению и даже помогал ему.

Крепкие напитки во время еды не надо разбавлять соком или водой. А вот за 20-30 мин. до застолья стакан коктейля на основе крепкого спиртного и сока будет приятен и полезен.

Совсем иначе с вином. Серьезная еда предполагает вино, разведенное водой (знали античные греки, что делать с дарами богов!). А цельное вино прекрасно соседствует с фруктами, поданными через 1-2 часа после основного застолья.

## **ПРАВИЛА ПРОСВЕЩЕННОГО ГУРМАНА**

### **Не следует употреблять:**

- копченое и жареное;
- бульоны из мяса, птицы и рыбы (супы – вегетарианские);
- уксус и маринады;
- пищевую химию (красители, ароматизаторы, разрыхлители, усилители вкуса, сахарозаменители, майонез, маргарин, бульонные кубики, жевательную резинку и т.д.);
- консервы;
- цельное молоко (в т.ч., сухое, сгущенное, топленое, сливки);
- газированные напитки.

### **Способы приготовления:**

- грилирование (аэрогриль, мангал, барбекю и т.п.);
- приготовление на пару;
- сырые мясо и рыба (с осторожностью, не чаще 1 раза в неделю);
- запекание в духовке;
- соление;
- вяление;
- варка.

### **Правила питания**

- Ешьте только при возникновении чувства голода, в любое время суток. При появлении чувства голода выпейте стакан воды и подождите 10 минут.

- Не терпите голод больше 20 минут.
- Ешьте медленно, тщательно жуйте.
- Во время еды запивайте пищу небольшим количеством (100-150мл) воды без газа.
- После еды не пейте в течение 1 часа, а затем выпейте стакан воды.
- После напитков (чай, морс, компот) есть можно не раньше, чем через 30 минут.

### **Полезные советы**

- Старайтесь, чтобы каждый продукт был на столе не чаще 2-3 дней в неделю.
- Внимательно читайте состав продуктов на упаковках и этикетках.
- Особое внимание уделяйте маркировке сроков изготовления и годности и условиям хранения продукта.
- Солите еду морской или каменной солью.
- Используйте разнообразные нерафинированные растительные масла первого отжима (оливковое, кедровое, тыквенное, грецкого ореха, кукурузное, фундучное и др.). Дневная норма – не менее 3-4 ст. ложек.

### **«Не дай себе засохнуть!»**

Схема питья воды:

- 2 или более стаканов воды натощак;
- по 1 стакану за 10-15 минут до любой еды;
- по 1 стакану через 1- 1,5 часа после любой еды;
- 2 стакана в последний час перед сном.

## **ПРАВИЛЬНЫЕ РЕЦЕПТЫ ОТ МАРИНЫ МЕЙЛИЦЕВОЙ**

### **Суп без мяса – тоже суп!**

#### **Марокканская овощная похлебка.**

*На 1,5 л воды: 1-2 моркови, 300 г цветной капусты, 1 перец сладкий, 2 крупных помидора, 1 стебель черешкового сельдерея, 2-3 ст.л. растительного масла, 1 зубчик чеснока, специи, зелень, соль по вкусу.*

Морковь и сельдерей нарезать, пассировать с маслом 2-3 минуты. Помидоры и сладкий перец запечь на гриле 10 минут, снять кожицу, мякоть нарезать. Капусту добавить в морковь и сельдерей, пассировать 2 минуты. Чеснок измельчить, добавить в тушеные овощи. Влить 1, 5 л горячей воды, добавить зелень, специи. Через 10 мин. добавить помидоры и сладкий перец. Через 5 минут выключить, дать настояться 15 минут.

#### **Минестроне.**

*На 1,5 л воды: по 200 г стручковой фасоли, соцветий брокколи и цветной капусты, 1 средняя морковь, 1-2 помидора, 1 стебель черешкового сельдерея, 1 пучок зеленого лука, 1-2 ст.л. растительного масла, специи, соль по вкусу.*

Нарезать морковь, лук и сельдерей, пассировать с маслом 2-3 минуты, добавить натертые на крупной терке помидоры. Пассировать еще 2 минуты. Залить горячей водой, добавить нарезанную кубиками фасоль, соцветия капусты, специи, зелень, посолить. Довести до готовности. Подавать с соусом "Песто".

#### **Рассольник**

*На 1,5 л воды: 1 луковица среднего размера, 1 морковь, 2 стебля сельдерея, 2 ст. л. растительного масла, 2 соленых огурца, 100 г оливок, 0,5 стакана перловки, пучок зелени.*

Крупку промыть, залить водой, отварить до готовности. Лук нарезать, пассировать 2 минуты, добавить натертую на крупной терке морковь, мелко нарезанный сельдерей, потушить 3 минуты. Соленые огурцы натереть на крупной терке. В кипящий отвар с крупой добавить тушеные овощи, оливки, огурцы, прокипятить, добавить зелень и соль по вкусу.

#### **Суп "Прованс"**

*На 2 л воды: 3 моркови, 1 луковица, 3 маленьких кабачка, 200 г цветной капусты, 100 г овсяных хлопьев, 2 ст.л. растительного масла, 2 зубчика чеснока, специи, соль по вкусу.*

Мелко нарезать морковь, луковицу, кабачки и 3 минуты пассировать с маслом, залить 2 л воды, добавить цветную капусту, довести до кипения, посолить, прогреть 15 минут на слабом огне. Затем добавить овсяные хлопья, томить 10 минут. Мелко нарезать чеснок, заправить суп.

### **Суп овощной мавританский.**

*На 1,5 л овощного бульона или воды: 1 картофелина, по 200 г стручковой фасоли и цветной капусты, 1 средняя луковица, 1 репа, 1 морковь, 1-2 помидора, 1 стебель черешкового сельдерея, 100 г шпината, 2-3 ст.л. растительного масла, зелень, специи, соль по вкусу.*

Картофель и стручковую фасоль нарезать кубиками, положить в бульон. Нарезать лук, морковь, репу, сельдерей, пассировать с маслом 2-3 минуты, добавить протертые помидоры, пассировать 2 минуты. Заправить суп. Положить цветную капусту и нарезанный шпинат, зелень, специи. Посолить.

### **Овощи для обеда. ПостНОсытно.**

#### **Баклажаны по-сицилийски**

*1 баклажан, 1 перец сладкий желтый, 1 перец сладкий красный, 2 стебля сельдерея, 1 соленый огурец, 2 зубчика чеснока, 50 г маслин, 2 ст. л. растительного масла, 1 пучок зелени, специи и соль по вкусу.*

Сельдерей и баклажан нарезать кубиками, перцы очистить от сердцевинки и семян нарезать соломкой. Потушить овощи 10 минут. Огурец очистить и мелко нарезать, добавить в овощи, через 5 минут положить маслины и чеснок. Перемешать, выключить огонь. Добавить масло, посолить, посыпать зеленью, специями.

#### **Горячий салат из фасоли.**

*1 стакан сухой фасоли, 1-2 шт. перца горького зеленого, 100 г маслин, редис (крупно нарезанный) 1 пучок, 5 см белой части лука порея, 1 пучок петрушки, 1 зубчик чеснока, 1 ч.л. сушеного базилика, сок 1 лимона, 3-4 ст.л. оливкового масла, соль по вкусу.*

Фасоль замочить на 3 часа, воду слить, залить воду снова, готовить, пока фасоль не станет мягкой. Зубчик чеснока разрезать пополам, пассировать с маслом 1-2 минуты, вынуть чеснок, положить фасоль, базилик, сок лимона, нарезанный острый перец. Снять с огня, добавить редис, маслины, рубленую петрушку. Хорошо перемешать. Подавать теплым, украсив зеленью.

#### **Теплый овощной салат с орешками.**

*- 2 баклажана, 1 сладкий перец, 1 стебель черешкового сельдерея, 3 больших помидора, 100 г оливок, 1 горсть орехов, 1 пучок зелени, специи, соль по вкусу.*

Баклажаны нарезать кубиками, посолить, через 15 минут промыть водой. Сельдерей и перец нарезать, пассировать 2-3 минуты, добавить баклажаны, через 5 минут - протертые помидоры, ещё через 5 минут - оливки, зелень. Посолить, посыпать орешками.

#### **Овощная пазля.**

*1 стакан риса, 2 сладких перца, 1 кабачок, 1 луковица, 2 помидора, оливковое масло 3 ст.л., 1-2 зубчика чеснока, цедра 1 лимона, перец молотый, соль по вкусу.*

Рис отварить. Сладкий перец нарезать соломкой, кабачок - тонкими ломтиками, помидоры, лук, чеснок - кубиками. Сладкий перец и кабачок пассировать с маслом. Добавить лук и чеснок, слегка спассировать. Положить рис, помидор и готовить ещё 5 минут. Приправить солью, перцем и тертой цедрой.

#### **Овощи с грибами в китайском стиле.**

*300г брокколи, 1 сладкий перец, 1 морковь, 1 черешок сельдерея, 200г шампиньонов), 1-2 зубчика чеснока, специи, зелень, соевый соус по вкусу.*

Брокколи разобрать на соцветия. Грибы приготовить в пароварке. Морковь, сладкий перец и сельдерей нарезать кубиками. Пассировать с маслом перец, морковь и сельдерей 3 минуты, добавить грибы, мелко нарезанный чеснок, специи, зелень, соевый соус.

### **Не «оливье», а вкусно!**

#### **Испанский салат.**

- по 150 г приготовленной баранины и куриного филе, 1 огурец, 1 сладкий перец, 1 зубчик чеснока, сок пол-лимона, пучок зеленого лука, 1-2 ст.л. растительного масла, специи, зелень, соль по вкусу.

Мясо, огурец и сладкий перец нарезать соломкой. Чеснок, лук и зелень мелко нарубить, добавить специи, сок лимона, посолить, перемешать.

#### **Салат из овощей и языка.**

- 250 г приготовленного говяжьего языка, 1 огурец, 1 сладкий перец, 1 зубчик чеснока, сок пол-лимона, 1-2 ст.л. растительного масла, специи, зелень, соль по вкусу.

Мясо, огурец и сладкий перец нарезать соломкой. Чеснок и зелень мелко нарубить, добавить специи, сок лимона, посолить, перемешать.

#### **Салат мясной.**

- по 150 г приготовленной говядины и куриного филе, - 50 г салата обыкновенного, - 50 г оливок или маслин, 1-2 ст.л. растительного масла, специи, зелень, соль по вкусу.

Говядину и курицу нарезать соломкой, добавить зелень, специи, масло, оливки, перемешать. Листья салата промыть, просушить, положить на тарелку, выложить салат, украсить зеленью.

#### **Салат с курицей**

1 пучок салата обыкн., 2 куриные грудки, 1/2 грейпфрута, 2-3 ст. л. растительного масла, 1 пучок зелени, соль по вкусу.

Куриные грудки отварить в пароварке, нарезать. Грейпфрут очистить от пленки, каждую дольку разломить на 2-3 части. Салат измельчить ножом или руками, зелень нарезать. Смешать все продукты, добавить масло, соль.

#### **Салат из огурцов и креветок**

1 длинный огурец, 300 г креветок, 1-2 ст. л. соевого соуса, 1/2 ч. л. мелко натертого имбиря, 1 ст. л. растительного масла, зелень.

Разрезать огурец вдоль пополам, нарезать тонкими ломтиками. Креветки отварить 3-5 минут, остудить. Смешать огурец, имбирь, креветки, добавить соевый соус, масло, посыпать зеленью

#### **Салат с кальмарами**

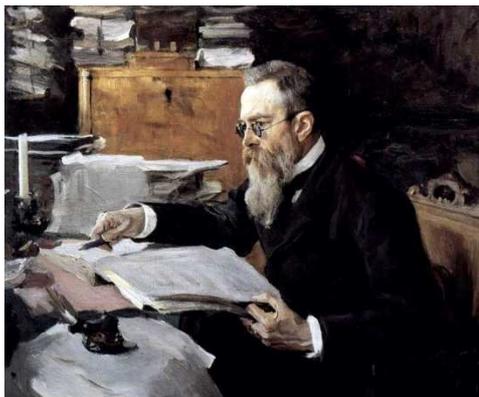
200 г кальмаров, 2 огурца, 2 ст. л. соевого соуса, 1 ч. л. мелко натертого имбиря, 1 ст. л. растительного масла.

Кальмары очистить и отварить в кипящей воде 3-5 минут, нарезать прямоугольными кусочками, огурцы нарезать тонкими ломтиками, перемешать, добавить имбирь, соевый соус, масло.

#### **Салат с креветками**

1 грейпфрут, 200 г креветок, 100 г оливок, 100 г салата, зелень.

Отварить креветки, добавить салат, оливки, масло, грейпфрут, зелень.



Любителям музыки хорошо знаком портрет Н. А. Римского-Корсакова работы художника В. А. Серова. Великий композитор изображен за работой: левой рукой он придерживает листы рукописи, правая уже нацелилась что-то исправить. А кругом — на массивном письменном столе и этажерке — книги и рукописи... Общий тон картины — намеренно приглушенный, неяркий — рождает мысль о буднях, заполненных неустанным трудом. Подчеркнуто прямая посадка худощавой фигуры, умное, одухотворенное лицо, живой взгляд, который не могут притушить двойные очки, — все говорит о человеке большой воли, уверенном в правильности избранного пути. Таким был Н. А. Римский-Корсаков, своим искусством и всей своей жизнью служивший обществу.

Деятельность его поражает многообразием; он — один из великих композиторов; дирижер, пропагандировавший русскую музыку; теоретик-мыслитель, оставивший ряд трудов по теории музыки, в том числе — «Учебник гармонии» и «Основы оркестровки»: педагог, вырастивший несколько поколений музыкантов; собиратель и исследователь народного творчества; редактор многих крупнейших произведений русской музыки... Трудно представить себе, что это все делал один человек!

Многогранно и творчество Римского-Корсакова: он создал 15 опер, 10 симфонических, а также несколько камерно-инструментальных произведений, хоров, кантат, около 80 романсов. Его произведения разнообразны по характеру музыки, темам, сюжетам.

Однако, какое бы сочинение Римского-Корсакова ни рассматривать, всегда в нем выступает великий русский художник-гражданин, борец за справедливость. Римский-Корсаков умел любить и ненавидеть. Он видел прекрасное в жизни, в людях, в природе, воспевал его в своем творчестве. Так же ясно, как и прекрасное, видел он и безобразное, прежде всего несправедливость царской власти. Темы добра и зла, красоты и насилия над ней, любви к Родине и защиты ее от врага занимают центральное место в его творчестве. Отсюда и привязанность композитора к былинам, преданиям, сказкам, в которых особенно раскрывается борьба добра и зла, утверждается вера в победу доброго начала.

**Николай Андреевич Римский-Корсаков** родился (6) 18 марта 1844 года в Тихвине. Образование получил в морском кадетском корпусе, имея при этом определенную склонность к музыке. Среди первых учителей композиции у Римского-Корсакова был Балакирев.

После окончания кадетского корпуса, Римский-Корсаков ушел в трехлетнее дальнее плавание. Там в свободное время он занимался сочинением музыки и по возвращении представил Балакиреву свою первую симфонию. Успех симфонии вдохновил автора — за ней последовали «Садко» и «Сербская фантазия», а затем и опера «Псковитянка», которая была поставлена на сцене Мариинского театра в 1873 году.

Занимая различные посты на музыкальном общественном поприще, Римский-Корсаков находил время для обширной композиторской деятельности в области оперной, симфонической, камерной, а позднее и церковной музыки.

Среди известных работ композитора в этом периоде можно отметить оперы «Майская ночь», «Снегурочка» и другие. Некоторые фрагменты становились самостоятельными произведениями, как это стало с «Дубинушкой».

Опера «Садко», будучи поставлена в 1897 году на Московской частной русской оперной сцене, имела несомненный успех, повторившийся в Петербурге. Та же судьба ждала оперу «Моцарт и Сальери» на текст Пушкина — в 1898 году она с успехом прошла в Москве, в 1899 — в Санкт-Петербурге. Затем была написана «Царская невеста».

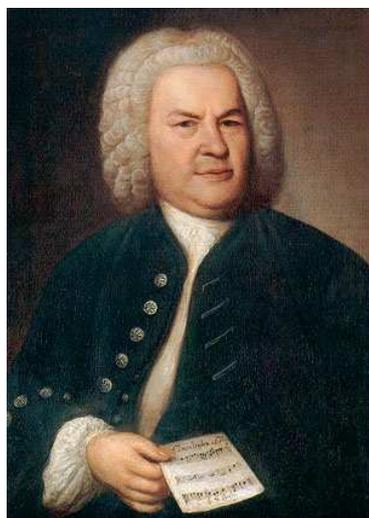
Успешно строилась и симфоническая деятельность Римского-Корсакова. Из его симфонических произведений особенно выделяются «Антар», «Шехерезада», «Испанское каприччио», «Воскресная увертюра». Кроме того, он написал струнные квартет и септет, фортепьянный концерт, фантазию для скрипки на русские темы, много романсов и хоров «а капелла», сборник народных русских песен и несколько небольших духовных произведений.

Он произвел переоркестровку оперы «Борис Годунов» и некоторых других сочинений Мусоргского, принимал деятельное участие в окончании оперы «Князь Игорь» Бородина и в оркестровке «Каменного гостя» Даргомыжского.

Долголетняя педагогическая деятельность композитора отразилась в творчестве его учеников, среди них – Лядов, Сакетти, Глазунов.

Умер великий композитор Николай Андреевич Римский-Корсаков (8) 21 июня 1908 года в своем имении - усадьбе Любенск, близ Луги, Санкт-Петербургской губернии.

## **Иоганн Себастьян Бах** **31 (21) марта 1685 – 28 июля 1750**



Бах Иоганн Себастьян немецкий композитор, органист, клавесинист. Философская глубина содержания и высокий этический смысл произведений Баха поставили его творчество в ряд шедевров мировой культуры. Иоганн Бах обобщил достижения музыкального искусства переходного периода от барокко к классицизму. Бах - непревзойденный мастер полифонии. Произведения композитора: "Хорошо темперированный клавир" (1722-44), Месса си-минор (ок. 1747-49), "Страсти по Иоанну" (1724), "Страсти по Матфею" (1727 или 1729), св. 200 духовных и светских кантат, инструментальные концерты, многочисленные сочинения для органа и др.

Иоганн Себастьян Бах был шестым ребенком в семье скрипача Иоганна Амвросия Баха, и будущее его было предопределено. Все Бахи, жившие в горной Тюрингии, с начала XVI в. были флейтистами, трубачами, органистами, скрипачами, капельмейстерами. Их музыкальное дарование передавалось из поколения в поколение. Когда Иоганну Себастьяну исполнилось пять, отец подарил ему скрипку. Он быстро выучился на ней играть, и музыка заполнила всю его жизнь. Природа, окружавшая его родной город Эйзенах, пела на все голоса, и маленький скрипач пытался воспроизводить ее звуки. Его счастливое детство кончилось рано, когда будущему композитору исполнилось 9 лет. Сначала умерла его мать, а через год - отец. Мальчика взял к себе его старший брат, служивший органистом в соседнем городке. Иоганн Себастьян поступил в гимназию - брат же обучал его игре на органе и клавире. Но одного исполнения мальчику было мало - он тянулся к творчеству. Однажды ему удалось извлечь из всегда закрытого шкафа заветную нотную тетрадь, где у брата были записаны сочинения знаменитых в ту пору композиторов. По ночам тайком он переписывал ее. Когда полугодовая работа уже близилась к завершению, брат застал его за этим занятием и отнял все, что уже было сделано... Эти бессонные часы при лунном свете в дальнейшем пагубно скажутся на зрении И.С.Баха.

В 15 Бах переехал в Люнебург, где в 1700-1703 гг. учился в школе церковных певчих. Во время учебы посетил Гамбург, Целле и Любек для знакомства с творчеством знаменитых музыкантов своего времени, новой французской музыкой. К этим же годам относятся и первые композиторские опыты Баха - произведения для органа и клавира.

После окончания учебы Бах был занят поиском работы, обеспечивающей хлебом насущным и оставляющей время для творчества. С 1703 по 1708 он служит в Веймаре, Арнштадте, Мюльхаузене. В 1707 женится на своей кузине Марии Барбаре Бах. Его творческие интересы были сосредоточены тогда, главным образом, на музыке для органа и клавира. Известнейшее сочинение той поры - "Каприччо на отъезд возлюбленного брата".

Получив в 1708 место придворного музыканта у герцога Веймарского, Бах обосновывается в Веймаре, где проводит 9 лет. Эти годы в биографии Баха стали временем интенсивного творчества, в котором основное место принадлежало сочинениям для органа, в их числе многочисленные хоральные прелюдии, органная токката и fuga ре-минор, пассакалья до-минор. Композитор писал музыку для клавира, духовные кантаты (более 20). Используя традиционные формы, Иоганн Бах доводил их до высочайшего совершенства.

В Веймаре у Баха родились сыновья, будущие известные композиторы Вильгельм Фридеман и Карл Филипп Эммануил.

В 1717 Бах принял приглашение на службу герцога Анхальт-Кетенского Леопольда. Жизнь в Кетене поначалу была счастливейшим временем в жизни композитора: князь, просвещенный для своего времени человек и неплохой музыкант, ценил Баха и не мешал его творчеству, приглашал его в свои поездки. В Кетене были написаны три сонаты и три партиты для скрипки соло, шесть сюит для виолончели соло, Английские и Французские сюиты для клавира, шесть Бранденбургских концертов для оркестра. Особый интерес представляет сборник "Хорошо темперированный клавир" - 24 прелюдии и фуги, написанные во всех тональностях и на практике доказывающие преимущества темперированного музыкального строя, вокруг утверждения которого шли горячие споры.

Впоследствии Бах создал второй том "Хорошо темперированного клавира", также состоящего из 24 прелюдий и фуг во всех тональностях.

Но безоблачный период жизни Баха оборвался в 1720: умирает его жена, оставляя четырех малолетних детей.

В 1721 Бах женится второй раз на Анне Магдалене Вилькен. В 1723 состоялось исполнение его "Страстей по Иоанну" в церкви св. Фомы в Лейпциге, и вскоре Бах получил должность кантора этой церкви с одновременным исполнением обязанностей учителя школы при церкви (латынь и пение).

В Лейпциге (1723-50) Бах становится "музыкальным директором" всех церквей города, следя за личным составом музыкантов и певцов, наблюдая за их обучением, назначая необходимые к исполнению произведения и выполняя многое другое. Не умея хитрить и манкировать и не будучи в состоянии исполнять все добросовестно, композитор неоднократно попадал в конфликтные ситуации, омрачавшие его жизнь и отвлекавшие от творчества. Композитор достиг к тому времени вершин мастерства и создавал великолепные образцы в разных жанрах. В первую очередь, это духовная музыка: кантаты (сохранилось около двухсот), "Магнификат" (1723), мессы (в том числе бессмертная "Высокая месса" си-минор, 1733), "Страсти по Матфею" (1729), десятки светских кантат (среди них - комические "Кофейная" и "Крестьянская"), произведения для органа, оркестра, клавесина (среди последних необходимо выделить цикл "Ария с 30 вариациями", так называемые "Гольдберг-вариации", 1742). В 1747 Бах создал цикл пьес "Музыкальные приношения", посвященный прусскому королю Фридриху II. Последней работой стало произведение под названием "Искусство фуги" (1749-50) - 14 фуг и 4 канона на одну тему.

В конце 1740-х годов здоровье Баха ухудшилось, особенно беспокоила резкая потеря зрения. Две неудачные операции по удалению катаракты привели к полной слепоте. Дней за десять до смерти Бах неожиданно прозрел, но затем с ним случился удар, сведший его в могилу.

Торжественные похороны вызвали огромное стечение народа из разных мест. Композитора похоронили вблизи церкви св. Фомы, в которой он прослужил 27 лет. Однако позже по территории кладбища проложили дорогу, могила затерялась. Лишь в 1894 останки Баха случайно были найдены во время строительных работ, тогда и состоялось перезахоронение.

Сложной оказалась и судьба его наследия. При жизни Бах пользовался известностью. Однако после смерти композитора имя и музыка Баха стали предаваться забвению. Подлинный интерес к его творчеству возник лишь в 1820-е годы, начало чему положило исполнение в 1829 году в Берлине "Страстей по Матфею" (организованное Ф. Мендельсоном-Бартольди). В 1850 году было создано "Баховское общество", стремившееся выявить и опубликовать все рукописи композитора (за полвека было издано 46 томов).

Бах - крупнейшая фигура мировой музыкальной культуры. Его творчество представляет собой одну из вершин философской мысли в музыке. Свободно скрещивая черты не только разных жанров, но и национальных школ, Бах создал бессмертные шедевры, стоящие над временем. Будучи последним (наряду с Г. Ф. Генделем) великим композитором эпохи барокко, Бах вместе с тем пролагал пути музыке нового времени. Среди продолжателей исканий Баха - его сыновья. Всего у него было 20 детей, только девять из них пережили отца. Четверо сыновей стали композиторами. Кроме упомянутых выше - Иоганн Кристиан (1735-82), Иоганн Кристоф (1732-95).

**БЕРКОЛАЙКО Марк Зиновьевич**

---

**доктор физико-математических наук, профессор кафедры финансов и кредита  
Воронежского государственного университета**

Родился 8 мая 1945 года в городе Баку.

**В 1967 году** закончил математический факультет Азербайджанского госуниверситета. **До 1998 года** преподавал в Воронежском инженерно-строительном институте, занимался теоретической и прикладной математикой: теория функциональных пространств, гармонический анализ, сингулярные интегральные операторы, псевдодифференциальные операторы, вэйвлет- анализ.

**В 1998 году** поменял и область преподавания, и сферу научных интересов: теория инвестирования, математические модели и стратегии на фондовом рынке, управление портфелем ценных бумаг. Более 130 научных работ, успешное руководство аспирантами.

Попутно: пьесы, сценарии, проза, публицистика, консалтинговый бизнес, политехнологии, консультирование органов власти и некоторых (в меру несимпатичных) партий.

Наград и регалий нет. Считает, **что настоящей академии (РАН) не достоин он, все остальные – не достойны его.**

**КАНДАУРОВА Ляля**

---

**музыкант, выпускница Московской консерватории и аспирантуры, журналист издания Seasons, ведущая авторского курса по истории классической музыки**

Родилась 7 февраля 1987 года

Профессиональный музыкант, с отличием закончила гнесинскую десятилетку, Московскую консерваторию и аспирантуру, журналист издания Seasons, ведущая авторского курса по истории классической музыки в ряде образовательных проектов, лектор Еврейского музея и центра Толерантности в Москве. Пишет о музыке в ряде печатных и интернет-изданий, а также просто, увлекательно и серьезно рассказывает о ней на своих занятиях, стремясь научить слушателя понимать музыку, как язык.

## КИСЕЛЕВ Сергей Львович

**доктор биологических наук, профессор лаборатории генетических основ клеточных технологий Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН**

Родился 2 апреля 1958 года в г. Москва

Окончил Московский инженерно-физический институт в 1982 году, работал во Всероссийском научно-исследовательском институте генетики по клонированию генов растений (лаборатория Винецкого Ю. П.).

С 1988 года работал в Институте общей генетики РАН (лаборатория Герасимовой Т. И.), затем перешёл в Институт биологии гена РАН, где с 1995 года работал в лаборатории Георгиева Г. П.

С 1999 года руководитель группы генной терапии рака, с 2001 года заведующий лабораторией молекулярной генетики рака.

Автор более 80 работ (30 в зарубежных изданиях).

Один из создателей первого российского и третьего в мире генно-терапевтического препарата для лечения ишемических состояний. Им разработаны *in vitro* модели заболеваний для изучения механизмов патологии и поиска лекарственных средств.

Лауреат премии Правительства РФ за разработку новых методов биотерапии рака. Область научных интересов ученого: раннее эмбриональное развитие, репрограммирование, эпигенетика репрограммирования, создание моделей социально значимых и редких заболеваний, методы лечения и скрининг лекарств, генная и клеточная терапия.

Являясь научным сотрудником Института общей генетики имени Вавилова РАН, активно исследует способы лечения рака. В 2000 году совместно с сотрудниками РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН в Москве и НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова в Санкт-Петербурге, разработал целый ряд генно-терапевтических подходов по блокированию кровоснабжения опухоли. Результатом стала стабилизация заболеваний в 25% случаев и частичный регресс опухоли в 7% случаев.

Ведущий цикла научно-популярных передач «От Адама до атома»

# МЕЙЛИЦЕВА Марина Евсеевна

*врач высшей категории, невролог, вегетолог, специалист по пароксизмальным состояниям, врач-диетолог «Клиники доктора Волкова»*

Родилась 10 октября 1954 года в Ленинграде.  
С 1958г. живет в Москве.

**В 1978 году** с отличием окончила педиатрический факультет 2-го Московского Государственного Медицинского Института по специальности педиатрия.

В 1978-1982гг. – врач-педиатр в ДКБ № 6.

С 1983г. по 1985г. ординатура по специальности неврология.

С 1985 по 2002г врач-консультант Городской Детской консультативной неврологической поликлиники при Морозовской детской клинической больнице.

С момента организации **(1997г.)** – врач первого в РФ Городского кабинета эпилепсии и пароксизмальных состояний.

В 1993г.защитила первую, а в 1998г - высшую врачебную категорию.

**В 2001 г. прошла обучение** в Российской Академии Постдипломного Образования с присвоением специальности диетология.

**С 2002 г. работает врачом-диетологом** в Клинике доктора Волкова (ООО «Эколабмедтест»).

В 2005г. получила специализацию **по теме «Гомеопатия»**.

**Сфера профессиональных интересов:** пища, как фактор внешней среды; хроническая пищевая непереносимость; роль иммуннонейтрального питания в лечении хронических заболеваний; гомеопатическая поддержка процессов восстановления здоровья; роль воды и активных форм кислорода в энергетике биологических объектов; волновые и циклические процессы в биологических системах; психология пищевого поведения.

Ежедневно ведет консультативный прием в Клинике доктора Волкова.

Участвует в разработке и проведении семинаров и лекций по тематике Клиники. Редактор и активный автор «Alter Vita», ежеквартальной газеты Клиники доктора Волкова.

Выступает в качестве эксперта в передачах телевидения (ОРТ, ТВЦ, НТВ, ВКТ, канал «Столица» и др.) и радио («Сити FM», «Говорит Москва»), в журналах («Cosmopolitan», «SHAPE», «Красота и Здоровье», «Здоровье от природы», «Расти, первоклашка» и др.).

Ведет блог на сайте Cosmopolitan.ru.(<http://www.chattycatty.ru/member/marina-evseevna-meiliceva/diary/>)

# СУРДИН Владимир Георгиевич

**российский астроном и популяризатор науки, старший научный сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, доцент физического факультета МГУ, лауреат Беляевской премии и премии «Просветитель» за 2012 год**

Родился 1 апреля 1953 года в г. Миасс

Окончил физический факультет МГУ в 1976 году и аспирантуру под руководством И. С. Шкловского. Кандидат физико-математических наук.

Основные научные результаты относятся к динамике звёздных скоплений, процессам звездообразования, физике межзвёздной среды, динамике объектов солнечной системы<sup>[3]</sup>. Исследовал распределение шаровых скоплений Галактики по массам как результат их динамической эволюции, роль приливных эффектов, воздействие массивных горячих звёзд на газ в молодых скоплениях.

Автор более 90 научных статей.

Член Международного астрономического союза. Член Астрономического общества. Член Бюро Научного совета РАН по астрономии.

Свою образовательную деятельность В. Г. Сурдин начал еще студентом. С 1972 года в течение многих лет он руководил кружком "Астрофизика" в Московском городском дворце пионеров" на Ленинских горах.

В. Г. Сурдин читает курсы лекций по общей астрономии и спецкурс по звездообразованию на физическом факультете МГУ. Также создал курс «Астрономия и общество» для студентов факультета журналистики МГУ. Является членом центральной методической комиссии по астрономии Всероссийской олимпиады школьников, автор ряда учебных пособий для школьников, участвующих в олимпиадах. Член редколлегий журналов «Квант» и «Природа».

Читает межфакультетский курс лекций «Общая астрономия» для студентов различных факультетов МГУ

В. Г. Сурдин является автором и редактором нескольких десятков научно-популярных книг по астрономии и астрофизике, а также множества научно-популярных статей, очерков и интервью. За цикл научно-популярных статей удостоен Беляевской премии. Читает популярные лекции в Политехническом музее. Член Комиссии РАН по борьбе с лженаукой, входит в состав редколлегии её печатного органа — бюллетеня РАН «В защиту науки».

Являлся членом Учёного совета Московского планетария. Вышел из его состава по собственному желанию в знак протеста против «преподнесения в подарок имён звёзд» в стенах планетария.

Председатель секции «Пропаганда и популяризация астрономии» Научного совета по астрономии РАН

## **НАГРАДЫ:**

- Премия МГК ВЛКСМ, совместно с А. С. Расторгуевым и С. Ю. Шугаровым, 1983 год — за цикл работ «Строение и эволюция шаровых звездных скоплений».
- Литературная премия имени Александра Беляева, в номинации «За лучшую оригинальную серию научно-художественных (научно-популярных, просветительских) очерков, посвященных какой-либо общей теме, или за развёрнутое эссе», 2012 год — за цикл очерков «Астрономия и астрофизика в XXI веке. Важнейшие открытия», опубликованных в журналах «Вселенная. Пространство. Время», «Природа», «Наука в фокусе», «Экология и жизнь» и «Квант».
- Премия «Просветитель» в области естественных и точных наук, 2012 год — за книгу «Разведка далеких планет»<sup>[2]</sup>

Монографии и учебные пособия

- Сурдин В. Г. Рождение звезд.— М.: Едиториал УРСС, 2001. 264 с.
- Сурдин В. Г., Ламзин С. А. Протозвезды: где, как и из чего формируются звезды.— М.: Наука, 1992. 192 с., 4380 экз.
- Сурдин В. Г. Астрономические задачи с решениями.— М.: Едиториал УРСС, 2012. 240 с.
- Сурдин В. Г. Астрономические олимпиады. Задачи с решениями, 1995. 320 с.

Избранная научно-популярная литература

- Клыпин А. А., Сурдин В. Г. Крупномасштабная структура Вселенной.— М.: Знание, 1981.— 60 с.
- Сурдин В. Г. Приливные явления во Вселенной. - М.: Знание. 1986. - 64 с. - 30570 экз.
- Сурдин В. Г. Гигантские молекулярные облака.— М.: Знание, 1989.— 60 с.— 28 тыс. экз.
- Сурдин В. Г. Динамика звездных систем.— М.: МЦНМО, 2001.— 32 с.
- Сурдин В. Г. Пятая сила.— М.: МЦНМО, 2002.— 40 с. (Библиотека «Математическое просвещение», вып. 17).
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Марс: великое противостояние.— М.: Физматлит, 2004.— 224 с.
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Астрономия: век XXI.— Фрязино: Век 2, 2007.— 608 с. — ISBN 978-5-85099-181-4.
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Небо и телескоп.— М.: Физматлит, 2008.— 424 с. (Астрономия и астрофизика)
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Солнечная система. М.: Физматлит, 2008.— 400 с. (Астрономия и астрофизика)
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Звёзды. М.: Физматлит, 2008.— 428 с. (Астрономия и астрофизика)
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Путешествия к Луне.— М.: Физматлит, 2009.— 512 с.
- Сурдин В. Г. Разведка далеких планет.— М.: Физматлит.— 2011.— 352 с.
- Сурдин В. Г. Вселенная от А до Я. — М.: Эксмо, 2012. — 480 с.
- Сурдин В. Г. (ред.-сост.) Галактики. М.: Физматлит, 2013. — 432 с. (Астрономия и астрофизика) — ISBN 978-5-9221-1445-5.

# **ХАРИТОН Семен Валерьевич**

**кандидат экономических наук, генерального директора ОАО «ВОРОНЕЖПРОЕКТ»**

Родился 15 декабря 1966 года в Воронеже.

С 1983 года - студент Воронежского Государственного университета, а в 1985-1987 годах служил в рядах ВМФ. В 1991 году окончил с отличием Воронежский Государственный Университет, исторический факультет, по специальности «преподаватель истории с правом преподавания английского языка».

1991 г. - 1993г. – аспирантура при кафедре социологии и политологии ВГУ по специальности «Политические процессы и институты».

1993г. – 1994г.- исполнительный директор страховой компании «Гранд» (г.Воронеж) 1994г. – обучающий курс по управлению рисками по программе TACIS.

1996г. - 1998г. – Воронежский Государственный Университет, экономический факультет, диплом (с отличием) по специальности «Бухгалтерский учет и аудит».

1995г. стажировка в США по программе «Business for Russia» (брокерская компания «Dickinson @ Co», First Union Bank).

С 1994 по 2001 гг занимал руководящие должности в банковских и коммерческих организациях.

с 2001г. – 2003г. работает в Администрации Воронежской области вначале начальником Главного управления программ и проектов регионального развития, а затем начальником Главного управления экономического развития Администрации Воронежской области.

2003 – 2004гг. – заместитель генерального директора ООО «Каргилл Индустриальный Комплекс Воронеж» по развитию бизнеса и в 2004 году - защищает кандидатскую диссертацию по теме «Региональная инвестиционная политики: содержание и инструментарий...». Кандидат экономических наук.

2004г. - 2007г. - заместитель генерального директора ООО «Воронежская инвестиционная палата» по финансам.

2007г. - 2010г — генеральный директор ОАО «Орловский социальный банк».

С 2010 года - заместитель генерального директора ООО «Инвестиционная палата» (г.Воронеж)

2011г. - завершение обучения, защита выпускного проекта по курсу EMBA "Стратегический финансы» Академии народного хозяйства и государственной службы.

Женат, трое детей