

УДК 572
М81

А в т о р:

Мосевичкий Марк Исаакович — главный научный сотрудник Отделения молекулярной и радиационной биофизики Петербургского института ядерной физики им. Б. П. Константинова (Журчатовский научный центр), доктор биологических наук, профессор. В настоящее время основная область научных интересов — молекулярные механизмы обучения и памяти.

Мосевичкий М. И.

М81 Распространенность жизни и уникальность разума? / М. И. Мосевичкий. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2018. — 351 с.

ISBN 978-5-299-00942-2

В книге рассматривается возникновение и развитие жизни на Земле. Автор придерживается концепции высокой вероятности появления способных к эволюции клеточных форм жизни везде, где есть подходящие условия среды. Однако возникновение в ходе эволюции ветви разумных существ и «дожитие» хотя бы одной их линии до технологической эры крайне редко. В доступной для контактов области Галактики такая линия (человек разумный, *Homo sapiens*) присутствует только на Земле. Такой результат в значительной степени явился следствием уникально благоприятной расстановки кризисных явлений, коренным образом менявших ход эволюции и приведших, наконец, к людям. В книге прослежена цепочка этих кризисов, вызванных падением крупных астероидов, глобальными оледенениями, сверхдлительными истечениями лавы, сменой магнитных полюсов и др. Катаклизмы, вызванные такими же причинами, неизбежны в будущем, но и теперь они представляют опасность существованию человечества. К ним с течением времени будут добавляться не менее тревожащие явления, вызванные старением Земли, а затем и Солнца. Чтобы сохранить во все более жестких условиях существования человечество на Земле, а после его гибели — в космосе, надо повышать интеллектуальный потенциал личности, а для его достаточно полной реализации столь же необходимо существенно поднять потолок длительности жизни. В книге рассмотрены предлагаемые наукой пути решения этих проблем. Обсуждение поддержано ссылками на научную литературу.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, интересующихся затронутыми в нем вопросами.

УДК 572

© М. И. Мосевичкий, 2008

© М. И. Мосевичкий, 2018, с изменениями

© ООО «Издательство „СпецЛит“», 2018

ISBN 978-5-299-00942-2

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные сокращения	7
Предисловие к первому изданию	8
Предисловие ко второму изданию	10
Глава 1. ВВОДНАЯ	12
Глава 2. РАННЯЯ ЗЕМЛЯ	23
2.1. Образование солнечной системы	23
2.2. История ранней Земли. Образование Луны	25
2.3. Атмосфера ранней Земли и ее роль в доклеточной эволюции ..	27
2.4. Возможные сроки осуществления доклеточной эволюции	34
2.5. Возможные пути предклеточной эволюции	38
2.6. Признаки, отличающие живое от неживого; ранние клетки	45
2.7. Попытки моделирования примитивных клеток	47
Глава 3. МИРЫ ДО РНК, РНК И РНК-ДНК	51
3.1. Миры до РНК и мир РНК	51
3.2. Переход к современному способу кодирования аминокислотных последовательностей в белках	54
3.3. Трансформация мира РНК в мир РНК-ДНК	58
Глава 4. ПЕРВЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ. ЖИЗНЬ ИМЕЕТ ЗЕМНОЕ ИЛИ ВНЕЗЕМНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ?	62
4.1. Палеонтологические и физико-химические данные о времени появления на Земле клеточных форм жизни	62
4.2. О возможности внеземного происхождения земной жизни (панспермия)	67
4.3. Высокая вероятность появления жизни при наличии совместимых с нею условий и малая вероятность появления разумных существ в ходе эволюции	79
Глава 5. ДЕРЕВО ЖИЗНИ	80
5.1. Современные подходы к построению дерева жизни	85
5.2. Поиск пралинии (последнего общего предшественника)	89
5.3. Горизонтальные переносы и их роль в эволюционном процессе	89
5.3.1. Сложная конструкция дерева жизни отражает многообразие явлений, повлиявших на эволюцию жизни на Земле	89
5.3.2. Концепция формирования митохондрий и хлоропластов путем симбиоза бактериальной клетки и раннего эукариота	92
5.3.3. Гипотезы, связывающие появление эукариот с актом симбиоза архе и протеобактерий	95

5.4. Существовал ли последний общий предшественник, то есть был ли единый ствол у дерева жизни?	100
5.5. О значении элементов случайности на разных этапах клеточной эволюции	103
Глава 6. ПРОИСХОДИВШИЕ НА ЗЕМЛЕ КРИЗИСЫ (ВЫМИРАНИЯ), ПРИВОДЯЩИЕ К КРУТЫМ ПОВОРОТАМ ЭВОЛЮЦИИ	108
6.1. Происходившие на Земле кризисы вызывали крутые повороты эволюции	108
6.1.1. Позднепротерозойский кризис	110
6.1.2. Позднеордовикский и позднедевонский кризисы	112
6.1.3. Позднепермский и позднетриасский кризисы	113
6.1.4. Маастрихтский кризис (кризис на границе К/Pg)	116
6.2. Что было причиной массовых вымираний организмов на границе мела и палеогена (К/Pg)?	116
6.2.1. Массированный вулканизм или падение астероида	116
6.2.2. Поиск ударных кратеров, совпадающих по датировке с известными кризисами	117
6.2.3. Было ли тело, обрушившееся на Землю около 65 миллионов лет тому назад, кометой, ставшей за 50 тысяч лет до этого событием спутником Земли?	122
6.2.4. Свидетельства «пруда, заросшего лилиями»	124
6.2.5. Непосредственные последствия падения крупного космического тела	125
6.2.6. Основной причиной гибели динозавров могла стать сера, выброшенная в атмосферу при образовании ударного кратера в участке залегания богатых ею пород	127
6.2.7. Продолжение дискуссии о причинах глобальной катастрофы, произошедшей около 65 миллионов лет тому назад	128
Глава 7. ЭВОЛЮЦИЯ ЛЮДЕЙ	132
7.1. Эволюция приматов; возможные пути эволюции гоминин после их отделения от шимпанзе. Ранние предшественники современных людей	132
7.2. Гипотезы происхождения Homo sapiens – единственного сохранившегося вида людей	137
7.2.1. Монорегиональная гипотеза формирования вида Homo sapiens исключительно в Африке и его заместительного распространения на другие континенты	137
7.2.2. Мультирегиональная гипотеза формирования Homo sapiens	146
Глава 8. ЭВОЛЮЦИЯ ЭТНОСОВ	150
8.1. Ранние этносы и формирование рас	150
8.2. Исход европеоидов (кроманьонцев) из Европы при наступлении ледникового периода – этап в формировании современных этносов	156
8.3. Формирование и эволюция этносов в Европе	160
8.4. Сохранится ли этническое разнообразие в будущем?	165

Глава 9. ЕСТЬ ЛИ У ЧЕЛОВЕЧЕСТВА БУДУЩЕЕ БЕЗ ВИДИМОГО КОНЦА?	166
9.1. «Социальный» вариант гибели цивилизации	166
9.2. Опасные для человечества природные явления в недалеком прошлом и близком будущем	172
9.2.1. Изменения климата	172
9.2.2. Позднейшие мощные импакты	176
9.2.3. Астероидная опасность	178
9.2.4. «Близкий взрыв сверхновой»	183
9.2.5. Периодическое ослабление и инверсия магнитного поля Земли	184
9.2.6. Йеллоустонский супервулканизм	188
9.3. Долгосрочные катастрофы, способные уничтожить жизнь на Земле	189
9.3.1. Локальные катастрофы, обусловленные подвижностью литосферных плит и глобальные изменения в расположении материков	189
9.3.2. Нарушение стационарных орбит планет и возможность их столкновения	192
9.3.3. Неизбежное исчезновение Земли и альтернатива для человечества: гибель на Земле или переселение на «комфортные» планеты в других звездных системах	193
Глава 10. ПРОТИВОСТОЯНИЕ ВНУТРЕННИМ (ЗЕМНЫМ) И КОСМИЧЕСКИМ УГРОЗАМ, КАК И ОСВОЕНИЕ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА, МОГУТ ПОТРЕБОВАТЬ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЮДЕЙ	202
10.1. Научное мировоззрение и проблема оценки интеллектуальных возможностей человека	202
10.2. Важность выявления людей, обладающих спонтанным даром «феноменальных» способностей	206
10.3. Продолжается ли естественный (эволюционный) процесс развития мозга у современных людей?	209
10.3.1. Распространение новых вариантов генов, контролирующих размеры головного мозга и интеллект	210
10.3.2. Люди, жившие 2000–4000 лет тому назад (100–300 поколений), интеллектуально не были ниже наших современников	215
10.4. Пути «активного» повышения мыслительных возможностей человека, открытые современной наукой	217
10.4.1. Мягкая евгеника (–) и мягкая евгеника (+), осуществляемые путем искусственного отбора естественных мутаций	217
10.4.2. Мягкая евгеника (–) и мягкая евгеника (+), осуществляемые путем искусственного отбора изменений, специально внесенных в геном	222
10.4.3. Клонирование людей как семейное решение	225
10.4.4. Прицельная трансформация групп клеток мозга	226

10.4.5. Малые и длинные не кодирующие белки РНК	227
10.4.6. Проблема создания каталога генных вариаций (мутаций), повышающих интеллектуальные возможности в разных сферах человеческой деятельности, особенно в области «точных» наук	232
10.4.7. Реформирование межнейронных контактов (синапсов)	233
10.4.8. Терапевтические подходы, направленные на временное повышение мыслительных способностей	234
10.4.9. Контроль формирования нейронной сети	235
10.4.10. Электромагнитная и квантовая гипотезы формирования памяти и мыслей	237
Глава 11. ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ЛЮДЕЙ НЕОБХОДИМО ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРОГРЕССА ЦИВИЛИЗАЦИИ	239
11.1. Регенерация органов по образцу саламандр	240
11.2. Старение как следствие возникновения дисбаланса между гибелью поврежденных клеток (апоптозом) и притоком свежедифференцированных клеток в органах и тканях. Понятие предельной длительности жизни	242
11.2.1. Правило Хейфлика, теломеры и теломераза	242
11.2.2. Старение стволовых и дифференцированных (рабочих) клеток в органах	245
11.2.3. Факторы, вызывающие повреждения клеток, ведущие к апоптозу и впоследствии к старению организма	247
11.2.4. Генетическая составляющая старения. Гены старения и гены долголетия	249
11.2.5. Нестареющее млекопитающее голый землекоп. Раскрытие механизмов пренебрежимо слабого старения — надежда для людей	254
11.2.6. Возможность создания новой разновидности людей-долгожителей	261
11.2.7. Перспективы повышения долголетия уже живущих людей. Пилули от старости	261
11.2.8. Сиртуины и долголетие	264
11.2.9. Болезнь Альцгеймера; перспективы профилактики и лечения	270
11.2.10. Природные полифенолы и их синтетические аналоги — перспективные средства продления здоровой жизни людей	281
Заключение	286
Литература	289
Цветные иллюстрации	251

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

- АЕ — астрономическая единица
ДГК — докозагексаеновая кислота
ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота
л.н. — лет назад
мРНК — информационная молекула (мессенджер) РНК
ПДЖ — предельная длительность жизни
ПНК — пептидо-нуклеиновые кислоты
РНК — рибонуклеиновая кислота
СДЖ — средняя длительность жизни
т. н. — так называемый
тРНК — транспортная молекула РНК
- EGCG — epigallocatechin-3-gallate (эпигаллокатехин-3-галлат)
miRNA — microRNA (микроРНК)
TOR — target of rapamycin (мишень рапамицина)

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Исследование самых ранних осадочных пород показывает, что клеточные формы жизни присутствовали на Земле около 3,85 миллиарда лет тому назад, т. е. появились вскоре после создания совместимых с жизнью условий. Это означает, что доклеточная эволюция при всей ее сложности могла быть осуществлена в очень короткий срок (10–50 миллионов лет). Согласно другой версии, доклеточная эволюция происходила вне Земли (панспермия). В любом случае пример Земли позволяет предполагать широкое распространение жизни везде, где созданы подходящие для ее развития условия. С другой стороны, палеонтологическая летопись, начатая около 3,5 миллиарда лет тому назад, позволила выявить многочисленные кризисы (вымирания), приводившие к крутым разворотам в ходе эволюционного процесса. В основе эволюционных кризисов лежали природные катастрофы, вызванные падениями астероидов, глобальными оледенениями, длительными (в течение миллионов лет) истечениями лавы, изменениями газового баланса в океане и атмосфере. Бесчисленные воздействия на эволюцию оказывали также происходившие спонтанно мутации и горизонтальные обмены генетическим материалом. Благодаря наложению большого числа случайных факторов эволюционный процесс каждый раз является уникальным. На Земле после почти четырех миллиардов лет существования жизни эволюционный процесс дал единственную ведущую к разуму ветвь гоминин (прямоходящих наследников шимпанзе). После многих критических ситуаций на этой ветви сохранился один побег — современное человечество. Отсутствие признаков существования других цивилизаций в доступном для общения космосе подтверждает весьма низкую вероятность выхода эволюции на маршрут, ведущий к разуму. Понимание природы кризисных событий, имевших место на Земле в прошлом, необходимо для того, чтобы, опираясь на все возрастающие возможности человечества, предотвратить наступление этих событий в будущем или хотя бы смягчить их последствия. Основной материал доступен широкому кругу читателей. Автор стремился также сделать книгу интересной для специалистов. Этим, в частности, объясняется большое число ссылок на публикации (в том числе самые последние) в научных журналах.

M. I. Mosevitsky. Wide spreading of life and uniqueness of mind?

Traces of cellular forms of life were found in the earliest sediments (3.85 billion years of age). Therefore, life on the Earth arose soon after the environment became compatible with its existence. It means that precellular evolution was performed in a very short time (10–50 million years). Another possibility – accomplishment of precellular evolution elsewhere, and arrival of viable cell to ready for its multiplication Earth (panspermia). In any case, the Earth's experience shows that the probability of life appearance on other planets of our system and in other worlds was rather high. However, the paleontological chronicles evidence numerous crises (extinctions), which caused tight bends of evolution process. The main causes of the crises were collisions with asteroids (impacts), global glaciations, long-term lava outflows, changes of gas balance in the oceans and atmosphere. Mutations and horizontal genetic exchanges also exert countless influences on the evolution. Due to superposition of different accidental events all evolution processes are uncial. After almost 4 billion years of life development on the Earth, the evolution process produced a single branch of hominins (the bipedal successors of chimpanzee) leading to the intellectual beings. After many crisis situations, only one sprout representing the contemporary mankind remains on this branch. The apparent absence of any signs of artificial signals in the available for contacts outer space confirms an impression that evolution version resulting in intellectual civilization is highly unlikely. Knowledge of character of the crises that occurred on the Earth in past is necessary for prevention of such events or mitigation of their consequences in future. The main material of this book is available to all interested readers. The author supposed also to make the book useful for specialists. For this purpose, many papers published in scientific journals are cited.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Во втором издании практически полностью сохранен текст первого издания, вышедшего в 2008 году.

В первые семь глав внесены несколько добавлений, в том числе подраздел 6.2.7. Глава 8 — новая. Главы 9—11 содержат существенно дополненный материал 8-й (последней) главы первого издания.

Современное человечество, представленное единственным видом *Homo sapiens*, на протяжении своей короткой истории (200 тыс. лет) еще ни разу не сталкивалось с глобальной катастрофой, угрожающей гибелью человечества. Но такие катастрофы неизбежны в будущем. Им посвящена глава 9. К Земле будут подлетать крупные и сверхкрупные астероиды, ядро планеты будет остывать и затвердеет. Земля лишится магнитного поля, защищающего ее обитателей от космической радиации. Будут и другие угрозы. Наконец, придет час самой Земли. Человечеству предстоит погибнуть вместе с нею, если оно заблаговременно не покинет Землю. Этот исход потребует длительной подготовки и запредельных интеллектуальных усилий. Можно считать, эта подготовка началась с пуском первой петарды, а крутой и уже осознанный подъем, хотя и не с таким далеким прицелом, начался с запуска первых спутников и полетов первых космонавтов. Пройдет немного времени, и будет освоена вся Солнечная система. Однако, покидая Землю, людям придется лететь значительно дальше — в другие звездные системы, находящиеся на расстоянии двадцать или больше световых лет, к выбранным первопроходцами планетам, где уже должны будут созданы условия среды, близкие земным. Без достижения кораблями с людьми околосветовых скоростей и обеспечения радиационной безопасности переселение не может быть осуществлено.

Выполнение этих условий потребует исключительных интеллектуальных усилий, воплощенных в столь же исключительных технических достижениях. Может оказаться, что человеческого интеллектуального потенциала (проще говоря, ума) окажется недостаточно для решения предстоящих задач даже за громадный интервал времени, который на то отпущен. В главах 10 и 11 обсуждаются предоставляемые

современной наукой возможности повышения интеллектуального потенциала людей, а также длительности их жизни, что позволит более полно использовать полученные человеком знания и накопленный им опыт.

Книга по-прежнему доступна широкому кругу интересующихся наукой читателей. Углубиться в ту или иную проблему поможет обширный список статей из научных журналов.

Автор благодарен Ольге, Валерию, Виктору и Федору Горбенко за помощь и поддержку.

Глава 1

ВВОДНАЯ

С незапамятных времен человек задумывался над собственным происхождением и возникновением жизни вообще. Библия донесла до нас ответы на эти вопросы, предложенные 2500 лет тому назад. Во многом сходными были воззрения шумеров, населявших Месопотамию более 3000 лет тому назад. Главным в этих воззрениях было представление о едином акте творения: все живые существа, в том числе человек, были созданы такими, какими остаются и поныне. В течение тысячелетий эти воззрения принимались как нечто само собою разумеющееся, хотя человек издавна владел умением создавать новые породы животных и сорта растений, сильно отличающиеся от исходных. Переломным стал конец XVIII века. Французский натуралист Жорж Кювье часто совершал прогулки вдоль обрывистых берегов рек в окрестностях Парижа. Когда-то там было море. Взбираясь вверх и спускаясь вниз по крутому склону, Кювье собирал коллекцию раковин ископаемых моллюсков, костей животных, семян и листьев растений. При этом он отмечал глубину слоя (отложения), в котором обнаруживал тот или иной предмет. Систематизируя свою коллекцию, Кювье неожиданно для себя определил, что окаменелости, казалось бы, принадлежащие одним и тем же животным и растениям, но взятые из разных слоев, на самом деле отличаются. Некоторые окаменелости, в изобилии находившиеся в определенном слое, не обнаруживались ни ниже, ни выше этого слоя. Таким образом, виды в разное время появлялись и затем исчезали. Кювье был на пороге открытия эволюции. Однако его мысли были заняты другим: как совместить сделанное открытие с библейской догмой, утверждавшей неизменность всего живого. Компромисс был найден в созданной Кювье теории катастроф. Согласно этой теории, на Земле периодически происходили катастрофы, охватывавшие значительные пространства, но не всю планету. В зоне катастрофы все или многие обитавшие там виды вымирали. Со временем, когда благоприятные для жизни условия восстанавливались, опустевшее пространство занимали животные и растения, мигрировавшие из других областей Земли. А они могли отличаться от жи-

вотных и растений, обитавших на этом пространстве ранее, хотя все они возникли одновременно. Для того чтобы сгладить некоторые углы, Кювье расширил интервал времени от сотворения мира до 75 тыс. лет. Он предположил также, что новые виды животных могли появляться в результате нескольких последовательных актов творения, разделенных значительными промежутками времени.

Теория катастроф немедленно вступила в конфликт с первой эволюционной теорией современника Кювье Ламарка. По Ламарку живой мир после его создания не оставался неизменным. Животные приспосабливались к переменам в среде обитания, приобретая на протяжении жизни новые признаки. И эти признаки передавались по наследству. Классическая иллюстрация теории Ламарка — превращение антилопы, вынужденной тянуть шею к высоко растущим побегам, в жирафа. Сказка Редьярда Киплинга о любопытном слоненке, которому крокодил вытянул нос, превратив его в хобот, также вполне в духе классической эволюционной теории Ламарка.

Ставшая основой современной генетики эволюционная теория Чарльза Дарвина создавалась в полемике как со сторонниками катастрофизма по Кювье, так и с эволюционистами по Ламарку.

В этой теории, сформулированной Чарльзом Дарвиным в вышедшем в 1859 году труде «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» (Дарвин, 1937), главными являются два положения: у особи могут проявиться наследуемые признаки (мутации), отсутствовавшие у родителей; эти признаки являются случайными как в отношении свойств, которые они непосредственно характеризуют, так и в отношении направления, в котором эти свойства изменяются из-за происшедшей мутации.

По Дарвину новые признаки могут оказаться в конкретных условиях обитания как полезными, так и ненужными и даже вредными. Если мутация оказалась полезной, то несущая ее линия потомства приобрела некоторые преимущества и у нее больше шансов оставить потомство. И так в каждом поколении.

Полезность или вредность для продолжения рода той или иной мутации выявляется во взаимодействии организма со средой обитания. Это и есть знаменитый естественный отбор по Дарвину: случайные изменения отбираются по критерию лучшего соответствия условиям среды. В частности, если условия среды изменились, то все преимущества получает та линия, которая несет мутации, оказавшиеся полезными в новых условиях.

В настоящее время хорошо известна молекулярная природа случайных изменений признаков у живых организмов: они отражают на уровне физиологии изменения в составе азотистых оснований

дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), являющейся носителем генетической (т. е. наследуемой) информации. Эти изменения (а их тоже называют мутациями), если не брать во внимание разные варианты перераспределения материала ДНК в потомстве (генетические рекомбинации), являются, как правило, точечными. Они происходят главным образом как случайные ошибки при синтезе (репликации) ДНК. Возможны также случаи, когда химические изменения азотистых оснований являются следствием воздействия внешних факторов, главным образом радиации, а также некоторых химических веществ. В таких случаях репликация ДНК только фиксирует уже произошедшее изменение. Если мутация произошла в ДНК половых клеток, то она имеет шанс проявиться в потомстве. Сейчас все эти истины известны (или должны быть известны) старшекласснику. Их установление — результат прогресса науки после открытия Эвери с сотрудниками в 1944 году значения ДНК как материала наследственности и расшифровки молекулярной структуры Криком и Уотсоном десять лет спустя. Дарвин ничего этого знать не мог, как и многого другого касательно состава клетки и происходящих в ней процессов. Эволюцию он изучал на организменном уровне, начиная с клетки. Однако из этого отнюдь не следует, что Дарвин не задумывался над вопросом, откуда взялась сама клетка. Более того, судя по некоторым его высказываниям, Дарвин понимал, что клетка является плодом эволюции, т. е. что у нее были доклеточные предшественники. Полемизируя с современными ему виталистами, Дарвин писал: если бы сейчас из солей аммония и фосфора под воздействием света, тепла, электричества химически образовался белок, способный к все более сложным превращениям, то этот белок был бы немедленно разрушен или поглощен (съеден), что было бы невозможно в период до возникновения живых существ (для точной цитаты см. Bernstein, 2006). Из этого высказывания следует, что Дарвин, рассматривая клетку в качестве элементарного носителя жизни, понимал, что сама клетка является плодом эволюции, а в доклеточной эволюции признавал необходимость чисто химического этапа. Очевидно, Дарвин не включил в свою теорию представление о доклеточной эволюции лишь потому, что сознавал недостаточность накопленных современной ему наукой данных для аргументированных выводов¹.

¹ Нельзя не упомянуть набирающие силу идеи, сторонники которых именуют себя неоламаркистами. Суть этих идей в том, что, принимая мутационную теорию Дарвина как основу, неоламаркисты предполагают возможность (в нарушение принципа Вейсмана) переноса мутаций, возникших в соматических клетках, в клетки зародышевой плазмы и передачи этих мутаций по наследству. Определенная направленность унаследованных изменений объясняется тем, что мутировавшие соматические клетки подвергаются отбору под воздействи-

После опубликования Дарвином его эволюционной теории потребовалось еще полвека интенсивного накопления сведений по геохимии и космохимии, данных по механизмам синтеза органических веществ и по жизнедеятельности самой клетки, прежде чем могла быть сделана попытка дать достаточно аргументированное научное описание доклеточной эволюции. Эту попытку осуществил А. И. Опарин, книга которого о происхождении жизни была впервые опубликована в 1924 году в Москве (Опарин, 1975). Стержнем теории Опарина была уже достаточно конкретная концепция химической эволюции, протекавшей первоначально в земной атмосфере, где преобладали метан, аммиак, сероводород, цианистый водород, а также присутствовали углекислота и вода, но практически не было свободного кислорода. В такой обладающей восстановительными свойствами атмосфере под воздействием электрических разрядов, ультрафиолетовых лучей, ионизирующего излучения, а также тепла могли довольно эффективно протекать все усложнявшиеся реакции органического синтеза.

Одним из ранних продуктов мог быть формальдегид. Последовательно формировались все более сложные соединения: аминокислоты, сахара, липиды, гетероциклы. Все эти вещества накапливались в океане, образуя «первичный бульон». По Опарину в «первичном бульоне» осуществлялся синтез белков и формировались «коацерватные капли» — предшественники клеток. Формирующиеся клетки черпали из бульона строительный материал и питание (энергетически богатые соединения). К моменту исчерпания «первичного бульона» клетки приобрели способность автономно синтезировать необходимые для поддержания жизнедеятельности вещества.

Хотя описание перехода от коацерватных капель к живой клетке было лишено конкретики, представления Опарина о химическом этапе эволюции поддавались экспериментальной проверке. Такие исследования (так называемые (т. н.) «модельные» эксперименты) были

ем определенного фактора и только отобранные (размножившиеся) клетки имеют шанс оказаться в зародышевой плазме. Интересные приложения неолamarкизм может найти в иммунологии. Согласно предложенной гипотезе (Стил и др., 2002), лимфоциты, в которых активно мутируют гены иммуноглобулинов, подвергаются отбору под контролем антигена. Отобранные лимфоциты, несущие определенную мутацию в иммуноглобулиновом гене, способны проникнуть в зародышевую плазму. В случае разрушения оказавшегося в зародышевой плазме лимфоцита его ДНК может проникнуть в половую клетку и путем гомологической рекомбинации быть включенной в ее геном. Тем самым соматическая мутация, обеспечивающая устойчивость организма, в котором она возникла, к определенному болезнетворному фактору, наследуется потомством, приобретающим вместе с нею устойчивость к болезни. Следует отметить, однако, что ни описанный выше вариант неолamarкистского наследования, ни какие-то другие предположения не имеют прямых доказательств.

проведены как самим Опариным и его сотрудниками, так и Г. Юри, С. Миллером, Л. Оргелом, С. Фоксом и другими. В этих экспериментах герметично закрываемый сосуд заполняли смесью таких газов, которые могли присутствовать в ранней атмосфере Земли. На эту смесь воздействовали разного рода агентами: пропускали электрический разряд, действовали ультрафиолетовым и другими видами излучений, нагревали до ста и более градусов по Цельсию. Анализ продуктов реакций в целом подтверждал предсказания (см. подразд. 2.3). Впоследствии, когда была открыта роль нуклеиновых кислот в жизнедеятельности клетки, присутствие элементов азотистых оснований было также отмечено среди продуктов реакций. Удалось получить и небольшие белки (пептиды), но только в случае нагрева аминокислот до 200 °С при отсутствии воды. Несмотря на изменившиеся за последние годы представления о составе ранней атмосферы и о соотношении скоростей тех или иных реакций, значение этих экспериментов, некоторые из которых были осуществлены более 70 лет назад, сохранилось. С учетом новых представлений и задач подобные эксперименты продолжают. Более подробно современную ситуацию в далеко еще не решенной проблеме химической, а также предклеточной и раннеклеточной эволюции мы рассмотрим в последующих главах.

Однако пора обозначить основную задачу, которую ставит перед собою автор. Для этого кратко коснемся еще одного «наболевшего» вопроса: есть ли жизнь вообще, и разумная жизнь в частности, в других уголках космоса. Мы не случайно разграничиваем эти два понятия. Если развитие разума возможно лишь на базе уже существующей жизни, то жизнь вполне может существовать и развиваться в отсутствие разума.

Как известно, первая попытка обнаружить жизнь или ее следы на Марсе с помощью анализа марсианского грунта пока не принесла успеха. Не дало четкого ответа и исследование «марсианских» метеоритов (см. подразд. 4.2). Очевидно, вопрос, есть ли в настоящее время или существовала ли ранее жизнь на Марсе, будет решаться предстоящей экспедицией на эту планету. Можно назвать еще несколько перспективных объектов в нашей Солнечной системе для поиска жизни или ее следов. Это спутник Юпитера Европа, на котором под коркой льда может скрываться водный океан, спутник Сатурна Титан, наконец, Венера, где, правда, нет водных массивов, но присутствует очень плотная атмосфера, в которой могли пройти, по крайней мере, ранние этапы становления жизни. Действительно ли на какой-то из этих планет присутствуют хотя бы простейшие формы жизни — этот вопрос может перестать быть тайной уже в XXI веке. Однако в настоящее время вопрос о присутствии жизни в Солнечной системе вне Земли остается открытым. Недавние открытия на Земле подсказывают перспективное направление поиска жизни на планетах, где есть водные массивы и вул-

канизм, но жизнь на поверхности невозможна из-за крайне низкой температуры. Речь идет о глубоководной придонной фауне, локализованной вблизи выходов лавы, газов, донных гейзеров. Первичными источниками энергии в этих изолированных мирках являются сероводород и метан, подвергающиеся анаэробному окислению в микроорганизмах. За их счет существуют черви, крабы, рыбы. Эти сообщества, использующие исключительно внутреннюю энергию Земли, практически не зависят от температуры и других условий на поверхности планеты. Так что будущей экспедиции на Европу придется взять с собою глубоководный аппарат.

Переноса взгляд на ближайшие звезды, необходимо, прежде всего, отметить, что практически все они обзавелись планетами. Об их присутствии судят по возмущениям в движении звезды и по некоторым другим признакам. Особое внимание привлекли карликовые звезды класса М как потенциально обитаемые системы (Scalo [et al.], 2007; Lammer [et al.], 2007; Tarter [et al.], 2007). До недавнего времени в других звездных системах удавалось зарегистрировать только планеты-гиганты — не меньшие, чем Юпитер. При этом существовала убежденность в существовании также планет, соизмеримых с Землей, как непосредственно обращающихся вокруг звезды, так и являющихся спутниками гигантов (Von Bloh, 2003). Такая планета, масса которой только в 5 раз больше массы Земли, обнаружена на расстоянии 22,5 световых лет в созвездии Весы (Udry [et al.], 2007). Она обращается вокруг небольшой потухающей звезды (красного карлика) Gliese 581, находясь от нее на расстоянии около 10 млн км. Период ее обращения вокруг звезды — 13 земных суток. Благодаря тому, что звезда излучает относительно мало тепла, температура на планете 0...40 °С, т. е. вода, если она там есть, находится в жидком состоянии. А это означает, что на планете может быть жизнь.

Определенно судить о существовании жизни на этой и других похожих на нее планетах, о которых станет известно, можно будет только при непосредственном их наблюдении. Особые надежды возлагают на спектральный анализ планет в других звездных системах, который, как полагают, скоро станет возможным благодаря усовершенствованию спектрографов и установке их на спутниках. Цветовая характеристика и анализ состава атмосферы предоставят необходимые данные для надежных выводов.

Однако обнаружение развитых (технологических) цивилизаций возможно уже теперь (Шкловский, 1976). Проявления деятельности такой цивилизации очевидны. Это, прежде всего, тепловой фон и фон электромагнитных волн, в том числе упорядоченные сигналы. Некоторые из этих сигналов, направленные для связи с космическими кораблями, с колониями на других планетах, а возможно, и с другими

звездными системами, должны быть достаточно сильны, чтобы быть зарегистрированными на Земле.

Здесь мы отнюдь не отдаем дань фантастике. Проба сил была проведена с помощью аппаратуры, установленной на космическом аппарате Галилей (Galileo). Были исследованы 50 тел, в том числе планеты Венера, Марс, Луна, кометы и, наконец, Земля (Sagan [et al.], 1993; Geissler [et al.], 1995). С каждым телом Галилей сближался на расстояние около 100 тыс. км и осуществлял одну и ту же серию измерений. Прежде всего было установлено, что только на Земле атмосфера находится в термодинамически неравновесном состоянии: будучи весьма окислительной благодаря высокому содержанию свободного кислорода, она содержит полностью восстановленное соединение углерода (метан) в количестве, на многие порядки превышающем равновесное. Такая ситуация возможна, когда неравновесные концентрации веществ поддерживаются процессами жизнедеятельности: земные растения выделяют кислород, а некоторые микроорганизмы — метан.

Было показано также, что на Земле присутствует цивилизация, достигшая технологической стадии. Главным доводом явился анализ спектра электромагнитного излучения. Оно оказалось разбитым на диапазоны и модулированным по амплитуде, что указывало на использование этого излучения для передачи сигналов. Очевидно, что такие же подходы, но с применением многократно более совершенной аппаратуры, можно будет применить для поиска жизни и цивилизаций в других звездных системах. Многие исследователи полагают, что прямое наблюдение планет, похожих на Землю, в других звездных системах — дело ближайших десятилетий. Тогда же будет создана аппаратура, необходимая для поиска на них признаков жизни и цивилизаций.

Следует напомнить, что наша цивилизация очень молода. Она насчитывает около четырех тысячелетий (если вести отсчет от появления письменности), а научно-техническая революция, запущенная изобретениями Стивенсона, Фарадея, Эдисона, братьев Райт, Попова, Маркони, трудами Лобачевского, Максвелла, Лоренца, Эйнштейна, Менделеева, Пьера Кюри, по-настоящему началась не многим более 150 лет тому назад. Земная космонавтика стартовала полетом Гагарина немногим более 55 лет тому назад, а уже обследованы отдаленные области Солнечной системы.

Колонии на Луне и Марсе могут быть созданы в течение нескольких ближайших десятилетий. Усовершенствование связи позволит направлять корабли к целям на окраинах и даже за пределами Солнечной системы. Начало этому уже положено (Fisk, 2005). Запущенный в 1977 г. аппарат «*Voyager 1*» через 5 лет достиг края Солнечной системы, определяемого как расстояние, на котором стихает солнечный ветер, вступивший в контакт со встречным межзвездным ветром. Это

расстояние оказалось равным 94 астрономическим единицам (АЕ)¹. И хотя связь с углубившимися в межзвездное пространство аппаратами прерывается из-за большой их удаленности, сам факт выхода земных аппаратов за пределы Солнечной системы знаменателен.

Однако эти, безусловно, грандиозные успехи не означают, что они позволят вскоре решить проблему существования внеземных цивилизаций. Еще античные философы, основываясь на постулате «ничто не бывает в единственном числе», полагали, что где-то в безднах космоса существуют другие миры, населенные людьми или подобными им существами. Против этой логики и сейчас трудно что-либо возразить.

Но пространство и время могут так разделить цивилизации, что общение между ними окажется неосуществимым. Действительно, о каком общении может идти речь, если на обмен посланиями понадобились бы тысячи или даже миллионы лет. Неодолимой проблемой могла оказаться и очень высокая мощность сигнала, необходимая для преодоления чудовищных расстояний, разделяющих цивилизации. Поэтому, рассуждая о единственности или множественности цивилизаций, мы должны иметь в виду ограниченную часть Космоса, которая по мере развития нашей цивилизации, а возможно и других цивилизаций, будет расширяться, но распространение общения на межгалактические расстояния представляется фантастикой. Действительно, если отложить, как неконкретную, идею «временного туннеля», современная наука не допускает передачу сигнала со скоростью, превышающей скорость света, а для путешествий возможны только скорости ниже скорости света.

Исходя из вышесказанного, можно ограничить область ближайшего к нам космоса, в пределах которой вопрос о множественности или уникальности жизни (в том числе разумной) реально исследовать экспериментально. Если ограничить эту доступную для коммуникаций область сферой радиусом 500 световых лет (на сигнал, посланный с Земли, немедленный ответный сигнал поступит не позже, чем через 1000 лет), то в ней окажутся 100 миллионов звезд (около 0,1 % всех звезд нашей Галактики).

Существенно представлять, что если бы в доступной наблюдениям части космоса существовали другие цивилизации, то наша цивилизация практически наверняка оказалась бы самой молодой. Точно так же новорожденный в течение нескольких мгновений остается самым молодым жителем планеты. Однако космические «мгновения» таковы, что другие цивилизации, рожденные до нашей, были бы старше даже не на тысячи, а на миллионы и сотни миллионов лет. Нам трудно представить масштабы их деятельности и достижений, но очевидно, что

¹ 1 АЕ равна расстоянию от Солнца до Земли.

технологический, в частности энергетический, фон «зрелой» цивилизации должен быть очень высоким и излучать не из какой-то точки (планеты), а от значительно более обширной области или даже многих областей в системе данной звезды и даже группы звезд. Попытки прошупать космос с помощью доступных нам средств (оптических и радиотелескопов, спектральных приборов) позитивного результата пока не принесли.

Следует полагать также, что более развитые и не менее любознательные цивилизации давно обратили бы внимание на Солнечную систему, обнаружили и исследовали бы ее планеты. Уже 2,5 миллиарда лет состав атмосферы Земли (в частности, высокое содержание свободного кислорода, присутствие, одновременно, значительного количества метана, свидетельствующее о неравновесном состоянии атмосферы) указывает на присутствие на ней жизни. Уже в течение 500 миллионов лет Земля покрыта растительностью, которая могла быть зарегистрирована колориметрической и спектральной аппаратурой. Такой заповедник жизни не остался бы незамеченным. снаряжение на Землю экспедиции должно было бы состояться, по крайней мере, если следовать нашему представлению о любознательности как главном двигателе научного и технического прогресса. С появлением на Земле людей высокоразвитые пришельцы вступили бы с ними в контакт точно так же, как вступали в контакт с туземцами цивилизованные миссионеры и ученые.

Однако науке такие, как, впрочем, и иные контакты с пришельцами не известны. Предварительный вывод таков: вне Земли разумной жизни нет. Естественно, речь идет о той области космоса, а точнее, нашей Галактики, которая доступна для коммуникаций (см. выше). Эффективности ради следует заметить, что путешествие на расстояние, исчисляемое сотнями световых лет, может оказаться нереальным даже для высокоразвитой цивилизации. Значительно проще для нее было бы попытаться начать переписку. Но если такая цивилизация и обнаружила признаки жизни на Земле, вступать в радиообмен у нее пока нет оснований.

Действительно, наша цивилизация совсем недавно, лет тридцать тому назад, стала приобретать внешние признаки, свидетельствующие о ее вступлении в технологическую стадию и, следовательно, о приобретении ею способности к космическим коммуникациям. В частности, она стала источником достаточно высокого фона электромагнитных излучений явно искусственного происхождения. Однако информация об этом находится еще на пути к ближайшим «перспективным» звездным системам. До получения ответного сигнала или иной надежной информации (на что могут уйти столетия) следует, исходя из принципа принятия наиболее простой гипотезы, считать нашу цивилиза-

Научно-популярное издание

Мосевичкий Марк Исаакович

**РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЖИЗНИ
И УНИКАЛЬНОСТЬ РАЗУМА?**

2-е издание, дополненное

Редактор *Дудина Е. И.*
Корректор *Полушкина В. В.*
Верстка *Пугазевой О. В.*

Подписано в печать 22.02.2018. Формат 60 × 88¹/₁₆.
Печ. л. 22,0 + 0,875 печ. л. цв. вкл. Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».
190103, Санкт-Петербург, 10-я Красноармейская ул., 15.
Тел./факс: (812)495-36-09, 495-36-12
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано в Первой Академической типографии «Наука».
199034, Санкт-Петербург, 9-я линия, 12/28