

# ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

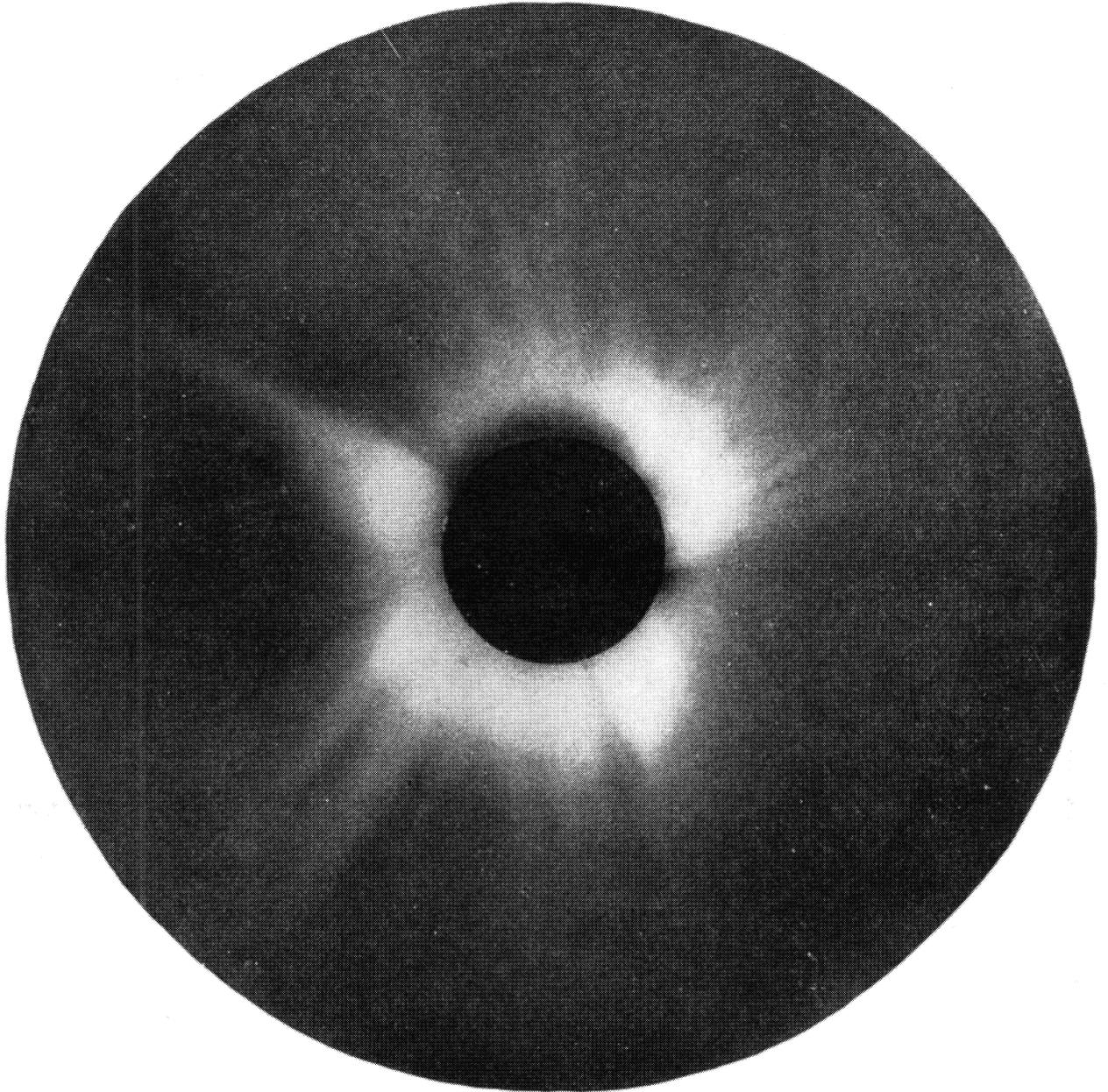
# 5

**1970**

**АСТРОНОМИЯ**

**ГЕОФИЗИКА**

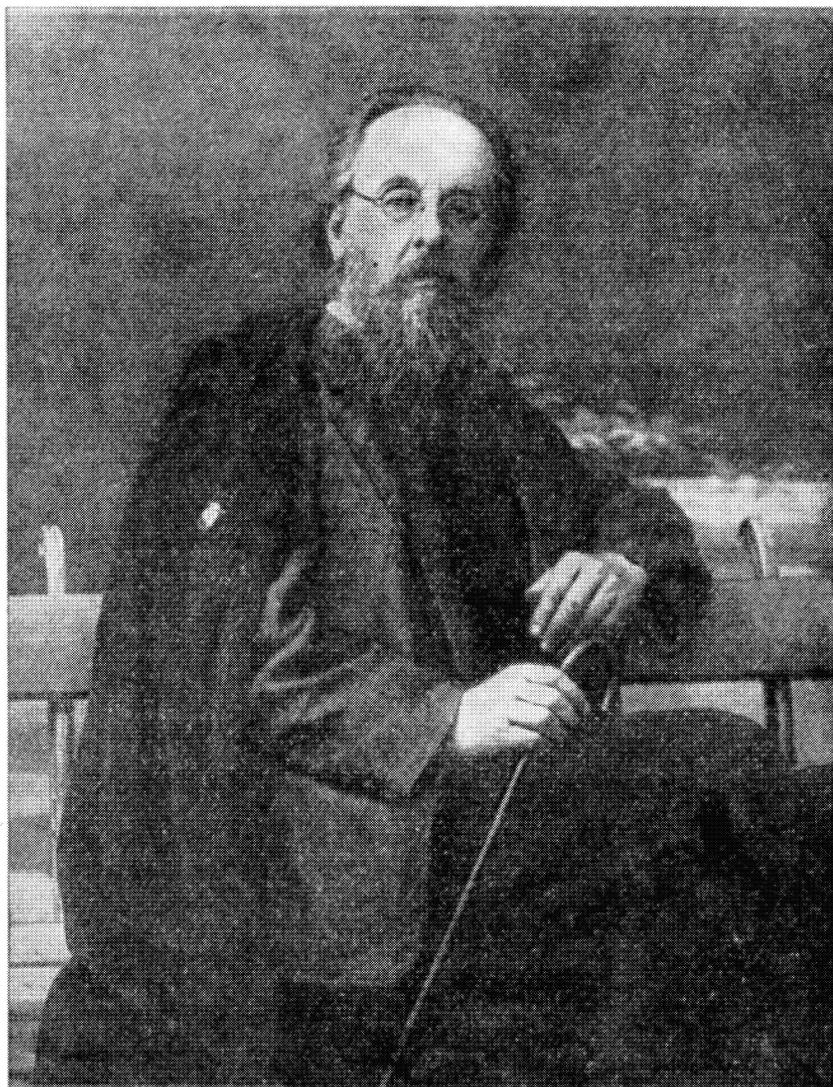
**ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**



**Солнечная корона 7 марта 1970 г. Снимок сделан в Мексике П. В. Щегловым и Н. Б. Егоровой. Корону фотографировали через радиальный фильтр, оптическая плотность которого по мере приближения к центру возрастает примерно так же, как и яркость короны. С таким фильтром удается получить изображение всей короны**



# Научная фантазия в творчестве К. Э. Циолковского



*К. Э. Циолковский*

Фото 1924 г.

**«Напрасно думают, что она [фантазия] нужна только поэту. Это глупый предрассудок! Даже в математике она нужна, даже открытие дифференциального и интегрального исчисления невозможно было бы без фантазии. Фантазия есть качество величайшей ценности».**

(В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 126.)

**«В самом простом обобщении, в самой элементарнейшей общей идее... есть известный кусочек фантазии». ...«Нелепо отрицать роль фантазии и в самой строгой науке».**

(В. И. Ленин. Соч., изд. 4-е, т. 38, стр. 370.)

## ТВОРЧЕСКАЯ МЕЧТА — НАЧАЛО НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ МИРА

Разрабатывая материалистическую теорию познания, классики марксизма неоднократно подчеркивали важность становления у познающего субъекта правильного научного мышления. Так, Ф. Энгельс указывает, что «законы мышления и законы природы необходимо согласуются между собой, если только они правильно познаны»\*. Правильное научное мышление — это познание объективных законов природы адекватно их сущности, это вполне сознательное применение (использование) этих законов в интересах прогрессивного развития человеческого общества. В. И. Ленин писал: «Мышление, восходя от конкретного к абстрактному, не отходит — если оно правильное — от истины, а подходит к ней»\*\*.

Одним из весьма существенных элементов правильного научного мышления (мышления, воспроизводящего в логике науки диалектику реального мира, диалектику реальных динамических процессов) является творческое воображение или научная фантазия. В многообразном содержательном творчестве К. Э. Циолковского научная фантазия занимает фундаментальное определяющее место. Циолковский считал, что с фантазии начинается научное познание мира. Главные произведения Константина Эдуардовича по аэродинамике, воздухоплаванию, ракетной технике, космонавтике, естествознанию, социологии и философии содержат большое число высказываний, которые можно определить как научную фантазию или научный прогноз. Циолковский был великим мастером строгого математического анализа («научного расчета» — по первому приближению) динамических процессов, примером чего служат его выдающиеся работы по аэронавтике и теории реактивного движения.

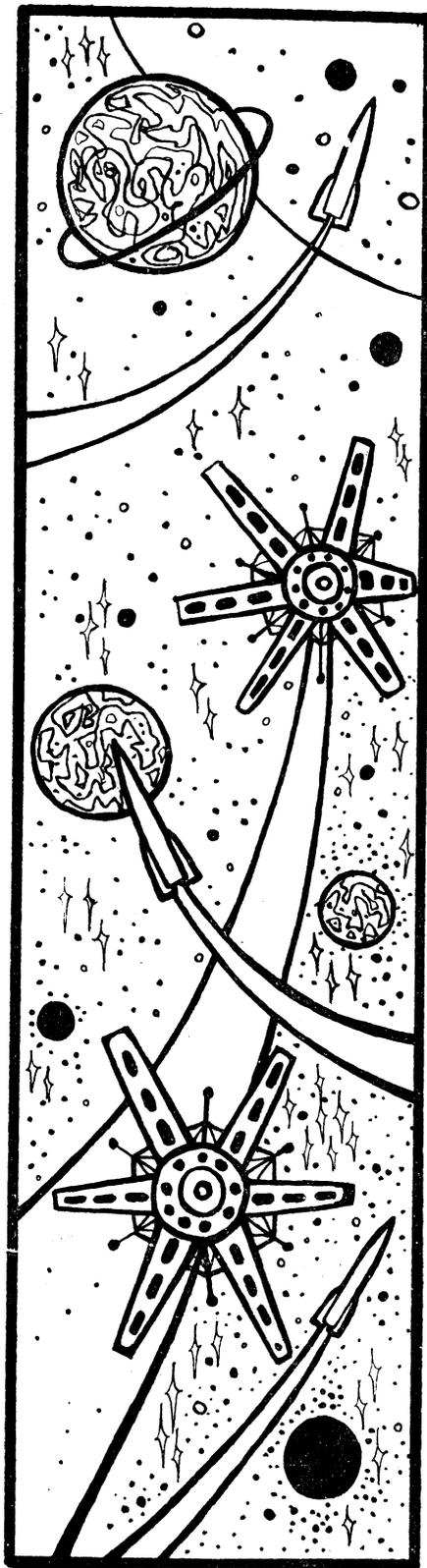
Необходимо подчеркнуть, что научная фантазия есть процесс в правильном познании мира, и следовательно, в творческом труде фантазия не только проявляется, но и формируется, обогащается, совершенствуется. Эта мысль подтверждается рядом научных прогнозов, сделанных К. Э. Циолковским.

## ВДОХНОВЕНЬЕ — ЭТО ГОСТЬЯ, КОТОРАЯ НЕ ЛЮБИТ ПОСЕЩАТЬ ЛЕНИВЫХ

Тщательный анализ творческих взлетов фантазии у выдающихся людей прошлого и у наших современников весьма важен для воспитателей молодой научной смены. Выяснить, каков «механизм» возникновения новых идей, новых связей явлений, новых образов, новых соотношений весьма поучительно, так как понимание «механизма» открывает некоторые пути к его становлению и совершенствованию.

\* Ф. Энгельс. «Диалектика природы». Госполитиздат, 1950 г., стр. 178.

\*\* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 38, стр. 161.



Рождение новой мысли есть хороший пример диалектического перехода количества в новое качество. Замечательна аналогия процесса возникновения новой научной мысли (плодотворной догадки) с процессом кристаллизации в достаточно насыщенном растворе. По-видимому, первым в литературу ввел «кристаллизацию» Стендаль. Вы систематически размышляете, «повышая концентрацию раствора», — и вдруг кристаллизация. В «растворе» целенаправленных размышлений («накопленных» размышлений) начинает расти кристалл новой мысли.

Вдохновение непременно сопутствует научной фантазии, но продуктивная (содержательная) научная фантазия редко рождается без предварительной систематической работы. Новые идеи подготавливаются трудом. «Чем шире, богаче, разнообразнее опыт человека (в нашем случае — опыт научных исканий.— А. К.), тем — при прочих равных условиях — богаче будет его воображение». \* Но забывать о творческой настроенности души, или вдохновении, конечно, не следует.

Изучая творческую биографию К. Э. Циолковского, мы находим во многих его работах указания на определяющее значение научной фантазии для продуктивной творческой работы ученого. «Ученый должен быть наделен фантазией,— говорит Циолковский,— так как фантазия играет видную роль и в науке, и в искусстве. Фантазия необходима так же, как и кропотливый труд над собранным материалом. Без фантазии научная работа превращается в нагромождение фактов и умозаключений, пустых, худосочных и зачастую бесплодных. ...В гармоническом сочетании научного исследования и научной фантазии лежит залог движения науки вперед» \*\*.

Мы полагаем, что наиважнейшим в характеристике творческой личности является интегральный результат силы его фантазии, а именно эвристика фантазии, т. е. ее помощь научному открытию, формулировке новых научных результатов. Это важно потому, что целенаправленное изменение элементов структуры мозга пока недоступно человечеству, в то время как методы обучения и воспитания непрерывно совершенствуются, становясь доступными и понятными для многих.

Ученый должен обладать нравственным величием, без которого фантазия теряет крылья. Как сказал Альберт Эйнштейн, «моральные качества выдающейся личности имеют, возможно, большее значение для данного поколения и всего хода истории, чем чисто интеллектуальные достижения. Последние зависят от величия характера в значительно большей степени, чем это принято считать». Моральная и эстетическая сторона творчества Константина Эдуардовича, нравственные мотивы его исследовательской работы заслуживают специального изучения. На собрании, посвященном 70-летию юбилею К. Э. Циолковского, юбиляр сказал: «Я очень рад, что мои идеи в той или иной форме получили осуществление. Я не гонюсь за приоритетом, именем или славой. Я знаю, что я работал из всех сил и счастлив, если моя работа принесла хоть какую-нибудь пользу человечеству. А это для меня величайшее нравственное удовлетворение. Больше мне ничего не надо» \*\*\*.

#### НЕВОЗМОЖНОЕ СЕГОДНЯ СТАНЕТ ВОЗМОЖНЫМ ЗАВТРА

Смелые полеты научной фантазии в творческих исканиях К. Э. Циолковского являются, по существу, глубокими научно-техническими прогнозами или принципиальными научными гипотезами, часть из них уже подтверждена всем ходом развития человеческого общества.

\* С. Л. Рубинштейн. Основы общей психологии. Учпедгиз, 1946 г., стр. 333.

\*\* См. статью академика А. Е. Ферсмана «Анализ общих работ К. Э. Циолковского». Собр. соч. К. Э. Циолковского, т. IV, «Наука», 1964 г., стр. 433.

\*\*\* К. Э. Циолковский. Собр. соч., т. I, Изд-во АН СССР, 1951 г., стр. 119.

«Если бы человек был совершенно лишен способности мечтать,... если бы он не мог изредка забегать вперед и созерцать воображением своим в цельной и законченной красоте то самое творение, которое только что начинает складываться под его руками,— то я решительно не могу себе представить, какая побудительная причина заставила бы человека предпринимать и доводить до конца обширнейшие и утомительные работы в области искусства, науки и практической жизни. Мечта какого-нибудь утописта, стремящегося пересоздать всю жизнь человеческих обществ, хватает вперед в такую даль, о которой мы не можем даже иметь никакого понятия.

...Сам мечтатель видит в своей мечте святую истину и он работает, сильно и добросовестно работает, чтобы мечта его перестала быть мечтою. Вся жизнь расположена по одной руководящей идее и наполнена самой напряженной деятельностью. Он счастлив, несмотря на лишения и неприятности, несмотря на насмешки неверующих и на трудности борьбы с укоровшимися понятиями. Он счастлив, потому что величайшее счастье, доступное человеку, состоит в том, чтобы влюбиться в такую идею, которой можно посвятить безраздельно все свои силы и всю свою жизнь».

(Д. И. Писарев. Соч., т. 3, 1956 г., стр. 148—149)

Еще в 1897 г. Циолковский ясно представлял себе, что развитие аэронавтики и ракетной техники невозможно без аэродинамических экспериментов, позволяющих количественно, с достаточной точностью определять силы воздействия воздушного потока на реальные конструкции летательных аппаратов. Определения аэродинамических сил можно производить в лаборатории, создавая искусственный равномерный поток воздуха в аэродинамической трубе. Циолковский писал: «В последнее время, производя проверочные опыты, я придумал делать их по совершенно новому методу и при искусственном ветре (лопастная воздуходувка — род большой веялки). ...Опыты подтвердили данные нами формулы: и для взятой модели я получил коэффициенты сопротивления, постепенно уменьшающиеся с увеличением быстрого исследования во всякое время и с достаточной точностью; они также весьма удобны для демонстрирования»\*. А в 1899 г. Циолковский уже утверждал: «Прибор (аэродинамическая труба), устроенный мною, так дешев, удобен и прост, так быстро решает неразрешимые теоретически вопросы, что должен считаться необходимою принадлежностью каждого университета или физического кабинета»\*\*.

Как известно, Циолковский в 1900 г. получил от Российской Академии наук 470 рублей на производство опытов по сопротивлению воздуха. На эти деньги он построил новую аэродинамическую трубу и выполнил большую программу аэродинамических экспериментов. В 1902 г. Константин Эдуардович писал академику М. А. Рыкачеву: «Я мечтаю о построении обсерватории по сопротивлению воздуха. ...В такой обсерватории... удобно было бы повторять опыты для ученых, желающих проверить эти опыты... Дело это великое, чрезвычайно великое, как океан»\*\*\*.

Научный прогноз Циолковского блистательно подтвердился в XX столетии. В наши дни аэродинамические трубы различных конструкций получили необычайно широкое распространение. Все авиационные вузы и техникумы, почти все крупные университеты имеют аэродинамические лаборатории (или «обсерватории», как говорил Циолковский). Во многих странах созданы специализированные крупные аэродинамические лаборатории. Мировую известность получил наш Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), располагающий современным набором разнообразных аэродинамических труб.

В качестве второго примера научной фантазии Циолковского приведем грандиозную программу поступательного развития ракетной техники и космонавтики, которую наметил Константин Эдуардович в конце своей работы «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Он выделяет следующие «грубые ступени» развития и преобразования аэропланного дела, достигающего высших целей.

1. Устраивается ракетный самолет с крыльями и обыкновенными органами управления. Цель — научиться управлять аэропланом с ракетным двигателем, регулировать тягу и планировать при выключенном двигателе. (Этот пункт программы начал осуществляться в нашей стране в 1942 г., когда были совершены первые полеты летчиком Г. Я. Бахчиванджи на самолете с ракетным двигателем, созданным под руководством известного советского конструктора В. Ф. Болховитинова.)

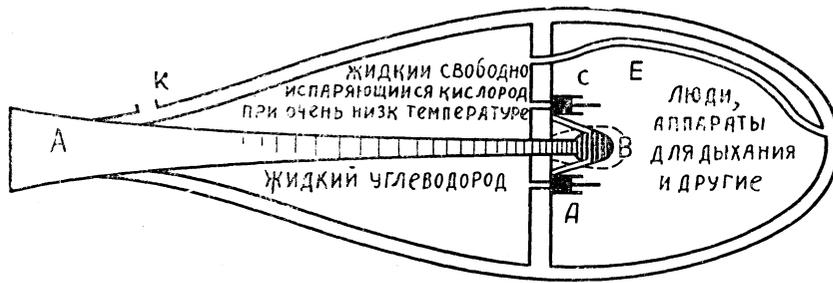
2. Крылья последующих самолетов надо понемногу уменьшать, силу тяги и скорость увеличивать.

\* См. журнал «Вестник опытной физики и элементарной математики», № 258 и 259, Одесса, 1897 г.

\*\* К. Э. Циолковский. Собр. соч., т. I, Изд-во АН СССР, 1951 г., стр. 259—260.

\*\*\* К. Э. Циолковский. «Общественная организация человечества». (Вычисления и таблицы). Изд-ние автора, Калуга, 1928 г., стр. 28—29.





Ракета К. Э. Циолковского, проект 1915 г. Чертеж К. Э. Циолковского

3. Проникновение в очень разреженные слои атмосферы.
4. Полет за пределы атмосферы и спуск планированием.
5. Основание подвижных станций вне атмосферы. (Создание искусственных спутников Земли начало успешно осуществляться с 4 октября 1957 г., с момента запуска первого в мире советского искусственного спутника Земли.)
6. Использование космонавтами энергии Солнца для... питания и других житейских целей.
7. Устраиваются эфирные скафандры — герметическая одежда для безопасного выхода из ракеты в эфир. (Первый в мире выход космонавта из космического корабля «Восход-2» в открытый космос, по Циолковскому — в эфир, в скафандре с индивидуальной системой жизнеобеспечения состоялся 18 марта 1965 г., когда советский космонавт А. А. Леонов пробыл вне корабля 10 минут.)
8. Вокруг Земли устраиваются обширные поселения.

.....

16. «Начинается угасание Солнца. Оставшееся население солнечной системы удаляется от нее к другим солнцам, к ранее улетевшим братьям» \*

Масштабность фантазии поразительна. И если осуществление прогноза о выходе в эфир свершилось через 39 лет после опубликования в Калуге работы Циолковского, то до осуществления прогноза о переселении человечества к другим «солнцам» должны, по-видимому, пройти миллиарды лет.

В рассмотренных двух примерах научной фантазии (и это характерно для большинства прогнозов Циолковского) важно отметить, что основой фантазии является огромная напряженная исследовательская работа над конкретными (и близкими по научной проблематике) научно-техническими задачами. Так, прогнозируя в 1899 г. будущее аэродинамических труб, необходимых для научно-технического прогресса аэродинамики и конструирования летательных аппаратов, Циолковский хорошо понимал полную беспомощность гидродинамики идеальной жидкости XIX в. при вычислении подъемной силы и лобового сопротивления тел самых простых геометрических очертаний. Он также знал, работая над созданием дирижабля, что только из аэродинамического эксперимента можно получить близкие к реальным значения аэродинамических сил. В 1897 г. он построил первый вариант «воздуходувки» и собственноручно провел большую серию аэродинамических экспериментов, в частности, определил сопротивление трения.

Рисую увлекательные картины космического полета в условиях невесомости и формулируя беспрецедентный прогноз прогресса науки и человечества на миллиарды лет, Циолковский имел «в своем портфеле» более 20 работ по

«То, что называют бессознательным в умственной жизни человека, то есть в науке и искусстве, есть не что иное, как накопленное размышление».

(Г. Жоли. Психология великих людей. СПб, 1890 г.)

«Воображение принимает не менее участия в творчестве геометра, чем у поэта в минуты его вдохновения».

(Ж. Д'Аламбер)

«Вдохновение нужно в поэзии, как и в геометрии».

(А. С. Пушкин. Полн. собр. соч., Изд-во АН СССР, т. VII, 1949 г., стр. 41)

\* Некоторые дословные формулировки взяты из книги К. Э. Циолковского «Реактивные летательные аппараты». «Наука», 1964 г., стр. 271—273.

теории реактивного движения, ряд изобретательских предложений для космических ракет и ракетных двигателей, а также основополагающие исследования в области космонавтики.

Мы привели лишь некоторые примеры, характеризующие научное воображение К. Э. Циолковского. Поразительные научные прогнозы содержатся также и в его работах: «Животное космоса», «Будущее Земли и человечества», «Живые существа в космосе», «Растения будущего», «Общественная организация человечества» и других\*.

#### НАУЧНАЯ ФАНТАЗИЯ — ЭТО СОЗДАНИЕ НОВЫХ ИДЕЙ НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩИХСЯ ЗНАНИЙ

Материалом для подлинно научной фантазии служат образы памяти, т. е. запасы старых идей, впечатлений и восприятий внешнего мира, без которых невозможна научная работа, а следовательно, и научная фантазия, предшествующая логическим доказательствам истины. Можно ли совершенствовать способность создания новых идей у каждого индивидуума? Конечно, способности к созданию новых идей (т. е. научной фантазии) развиваются не у всех людей одинаково. Творцом нового можно стать при условии, что вы унаследовали некоторые благоприятствующие задатки и предрасположение к систематическому размышлению, ежедневному труду. Следует напомнить здесь мысль известного современного американского математика Д. Пойа — «Для того, чтобы быть хорошим математиком... или хорошим специалистом в любой области, вы должны уметь хорошо догадываться (догадка = научная фантазия — А. К.). Для того чтобы уметь хорошо догадываться, вы должны, я бы полагал, прежде всего, иметь природные способности. Однако иметь природные способности недостаточно. Вы должны исследовать ваши догадки, сравнивать их с фактами, видоизменять их, если необходимо, и, таким образом, приобрести широкий (и глубокий) опыт в догадках, которые сбылись. С таким опытом в своем подсознании вы, возможно, сумеете более основательно судить о том, какие догадки могут оказаться правильными, а какие нет»\*\*.

Важнейшим признаком плодотворной научной фантазии является умение данного индивидуума претворять научную фантазию в научную истину. Но, как правильно отметил известный советский психолог С. Л. Рубинштейн, «для того чтобы преобразовывать действительность на практике, нужно уметь преобразовывать ее и мысленно»\*\*\*. Это полностью совпадает с известным высказыванием Циолковского: «Однако нельзя не быть идее: исполнению предшествует мысль, точному расчету — фантазия»\*\*\*\*.

#### КАК ФОРМИРОВАТЬ ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОЙ ФАНТАЗИИ

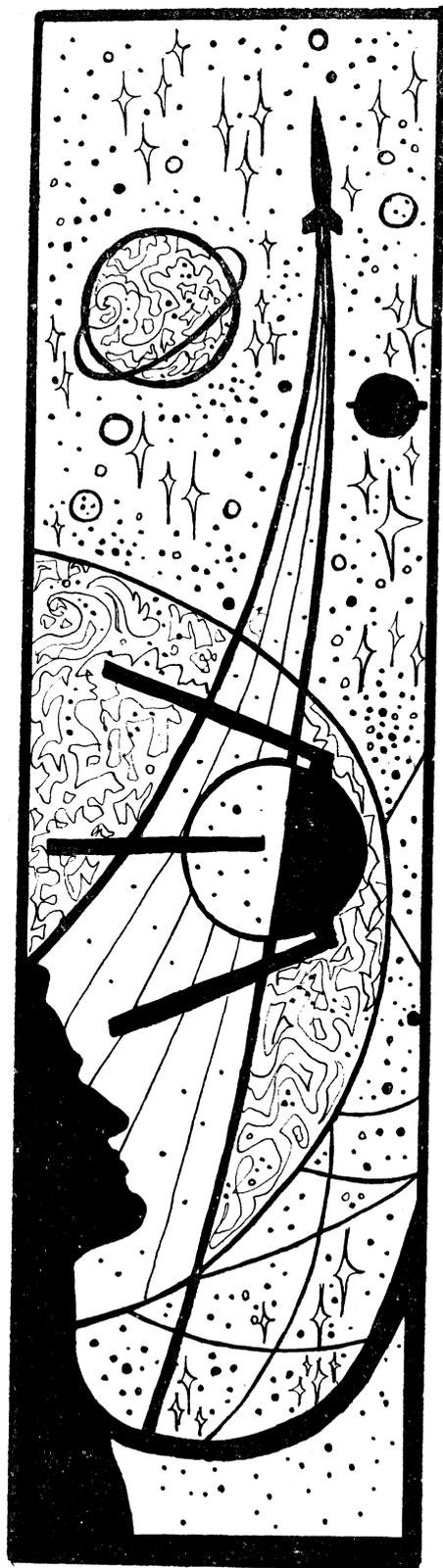
Мы попытаемся перечислить рекомендации, которые, с нашей точки зрения, могут быть полезными для становления элементов научной фантазии. Некоторые рекомендации подтверждаются многолетним опытом работы со студентами и аспирантами в советской высшей школе. Вот что надо иметь в виду, формируя новых исследователей.

\* См. также сборник научно-фантастических произведений К. Э. Циолковского «Путь к звездам». Изд-во АН СССР, 1960 г.

\*\* Д. Пойа. Математика и Правдоподобные рассуждения. Инлитиздат, 1957 г., стр. 138—139.

\*\*\* С. Л. Рубинштейн. Основы общей психологии. Учпедгиз, 1946 г., стр. 324.

\*\*\*\* К. Э. Циолковский. Реактивные двигательные аппараты. «Наука», 1964 г., стр. 189.



— В детские годы: сказки родной страны, романы и повести фантастов (например, Жюль Верна); чтение с пояснениями произведений серьезных популяризаторов науки (начиная с XIX в.); чтение вслух стихов выдающихся поэтов. Мы убеждены, что хорошее стихотворение развивает полеты воображения в ярких образах, в неожиданных сравнениях и сопоставлениях; хорошие стихи очень часто суть глубокие интуитивные догадки\*.

— В ранние юношеские годы: самообразование, поиск (тренировка способности искать) новых оригинальных доказательств известного; решение (вполне самостоятельно) трудных задач «с изюминкой» по физике и математике; чтение классических (и нравящихся) произведений науки, техники, философии, литературы с обязательными записями в «заветную» тетрадь хороших мыслей; систематические записи своих мыслей (впечатлений, сравнений, размышлений и т. п.) в дневник; участие в технических кружках и олимпиадах; репетиторство (или помощь товарищам).

Заметим (без анализа статистических данных), что подавляющее большинство учащихся «разночинцев» (в царской России), из которых выросли выдающиеся ученые и инженеры, в гимназические и студенческие годы подрабатывали на жизнь репетиторством. Репетиторство существенно помогло формированию крупнейших механиков России: Н. Е. Жуковского, К. Э. Циолковского и С. А. Чаплыгина.

— В студенческие и аспирантские годы: стремиться реализовать на деле известную мысль Циолковского, который писал в автобиографии: «Я учился, творя»; поставить требование, чтобы формирующаяся научная фантазия почаще переходила в логически безупречные доказательства научной истины; развивать критичность и скептицизм к маниловщине в научных работах; последовательно и ежедневно овладевать математическим языком динамических процессов (теория дифференциальных уравнений, вариационное исчисление, теория оптимальных процессов); уделять внимание изучению различных явлений природы, описываемых одинаковыми дифференциальными уравнениями (теория колебаний, теория потенциала, теория динамических систем с обратными связями и другие), полня замечательную мысль В. И. Ленина — «Единство природы обнаруживается в «поразительной аналогичности» дифференциальных уравнений, относящихся к различным областям явлений»\*\*.

Хотелось, хотя бы схематически, охарактеризовать следующими чертами идеал умного интересного преподавателя.

— Он знает, что владеть думами молодого поколения можно, только показывая красоту и действенность человеческой мысли.

— Он любит своего слушателя, и потому старательно (от лекции к лекции, из года в год) совершенствует форму изложения.

— Он стремится сделать лекцию содержательной (высокоинформативной) и захватывающей (пленающей).

— Он читает тенденциозно, окрашивая все научные открытия своей индивидуальностью, своим восприятием явлений.

— Он непрестанно думает о дальнейшем развитии отечественной науки и культуры, воспитывая достойных строителей нового общества.

— Он читает так, что содержание любой лекции каждый раз является для него волнующим научным открытием — он окрылен процессом передачи знаний.

— Он обязательно ведет практические занятия по своему курсу, работает в научном кружке и регулярно выявляет способных одаренных студентов, настойчиво и последовательно приучая их к самостоятельной творческой деятельности. Его девиз: учеба + творчество.

\* «Воображение — это первая ступень и основание всей поэзии», — утверждает Фредерикс Гарсиа Лорка.

\*\* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 306.

**А. А. КОСМОДЕМЬЯНСКИЙ**  
профессор

