

Памяти Ю.Н. Паркера. Его вклад в гелиофизику

Крайнев М.Б. (ФИАН)



“I don’t think it is in any way an overstatement to say that **the field of heliophysics exists today largely because of the work of Dr. Eugene Parker**”.

Nicky Fox, Director of NASA’s Heliophysics Division

Eugene Newman Parker
(10.06.1927–15.03.2022)

Цель доклада:

Оценить это утверждение, т.е. кратко рассмотреть истоки и вклад Ю.Н. Паркера в различные области гелиофизики.

Начало, учителя



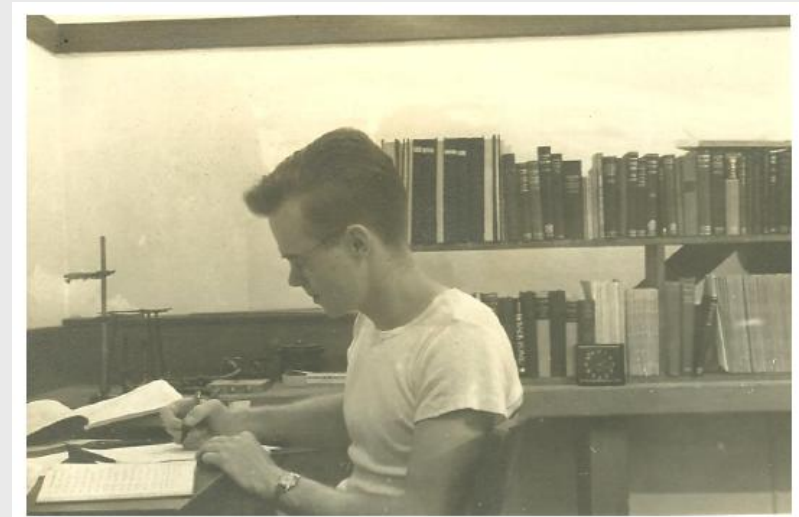
H.P.
Robertson
1903-1961
Caltech

“When the math gets too hard, it is time to stop and think about the physics.”



L. Davis, Jr.
1914-2003
Caltech

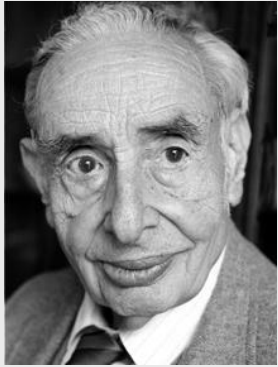
Активно занимался теорией СВ, ГМП, потерей количества вращения и т.д.



E.N. Parker
as a student at Caltech, 1949

PhD Thesis
“The Interstellar dust and gas structure”,
Caltech, 1951

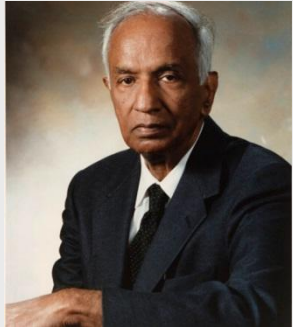
Начало, учителя



W.M. Elsasser
1904-1991
U. Utah



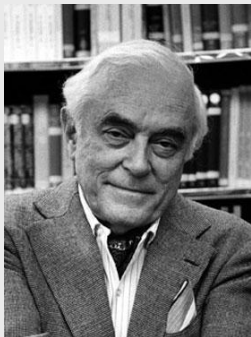
Роль МП в астрофизике, в частности, в динамо моделях



S. Chandrasekar
1910-1995
U. Chicago



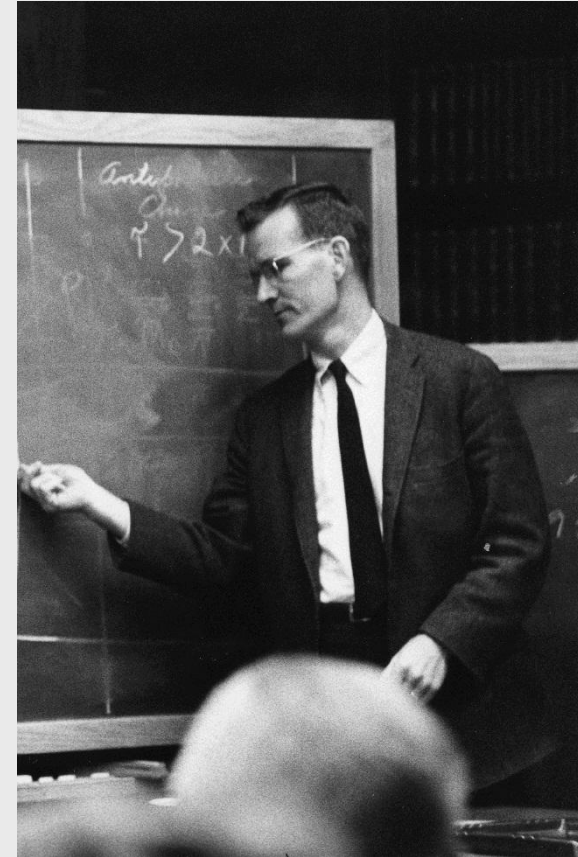
Роль ГД и МГД во множестве астрофизических процессов



J.A. Simpson
1916-2000
U. Chicago

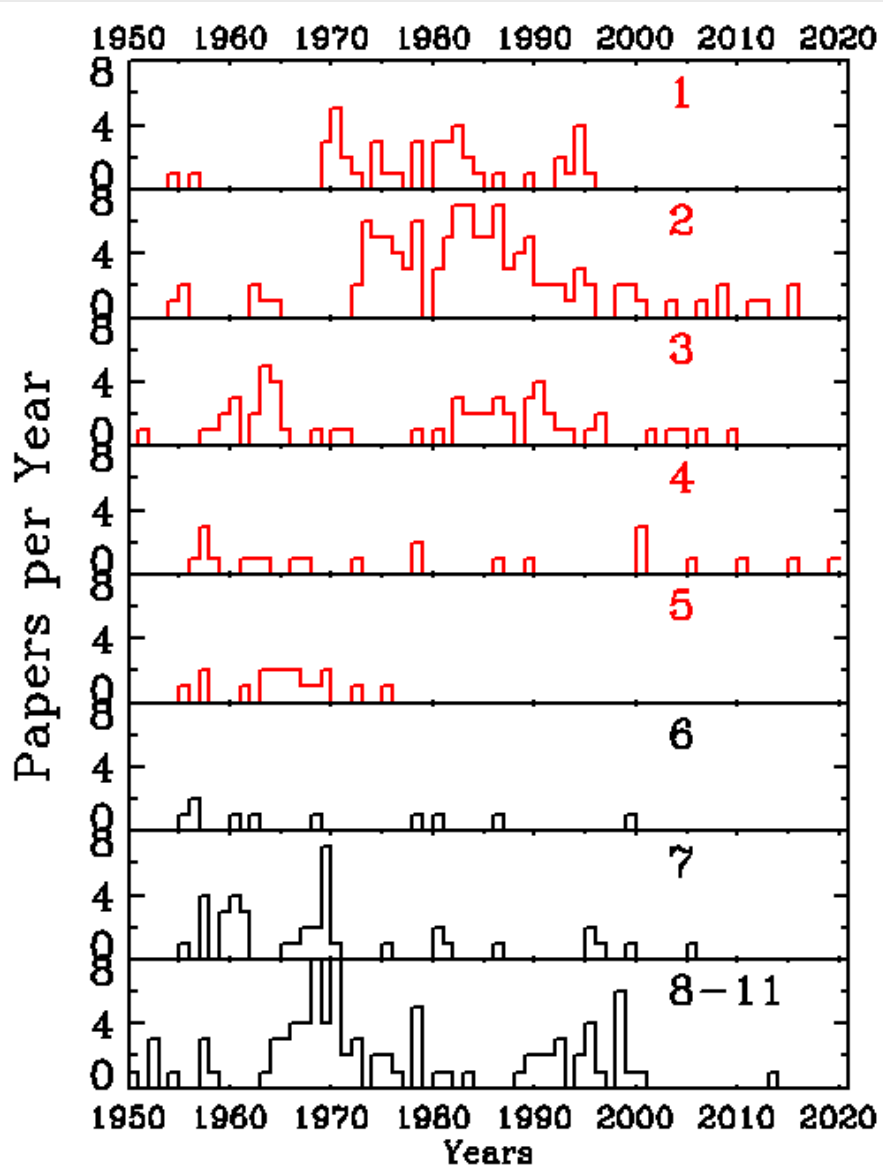


Роль КЛ в процессах в Галактике.
Роль вариаций и свойств КЛ в образовании понятий Гелиосферы, МП в ней и СВ



E.N. Parker,
U. Chicago,
1961

Структура и динамика научной деятельности



1 – Теория солнечного динамо (44)

2 – Элементарные процессы с СМП (114)

3 – Нагрев короны и СВ (58)

4- Гелиосфера (22)

5 – Модуляция ГКЛ (18)

6 – Вспышки и ускорение СКЛ (10)

7 – Процессы в Магнитосфере (39)

8 – Генерация Гал. МП (25)

9 – МП и КЛ в Галактике (46)

10 – Общие вопросы (10)

11 – Воспоминания (7)

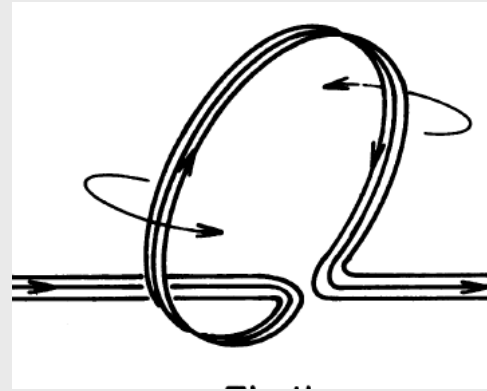
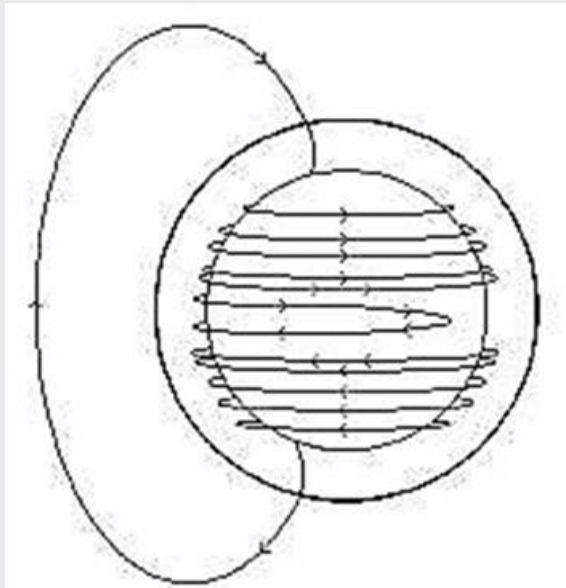
Всего: 393

Теория солнечного динамо

Ω -effect:

$$B_{pol} \rightarrow B_{\phi}$$

$$B_{pol} = \nabla \times A$$



α -effect:

$$B_{\phi} \rightarrow B_{pol}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \eta \nabla \times \nabla \times \right) A_{\phi} = -e_{\phi} \nu Q_{123} B_{\phi}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \eta \nabla \times \nabla \times \right) B_{\phi} = e_{\phi} \left[B_r \left(\frac{\partial V_{\phi}}{\partial r} - \frac{V_{\phi}}{r} \right) + \frac{B_{\phi}}{r} \left(\frac{\partial V_{\phi}}{\partial \theta} - V_{\phi} \cot \theta \right) \right]$$

Parker, ApJ, 121, 491, 1955

Parker, ApJ, 122, 29, 1955

Солнечный Ветер и нагрев короны

1. При существующих M , $T(r)$, $N(r)$ статическая атмосфера невозможна

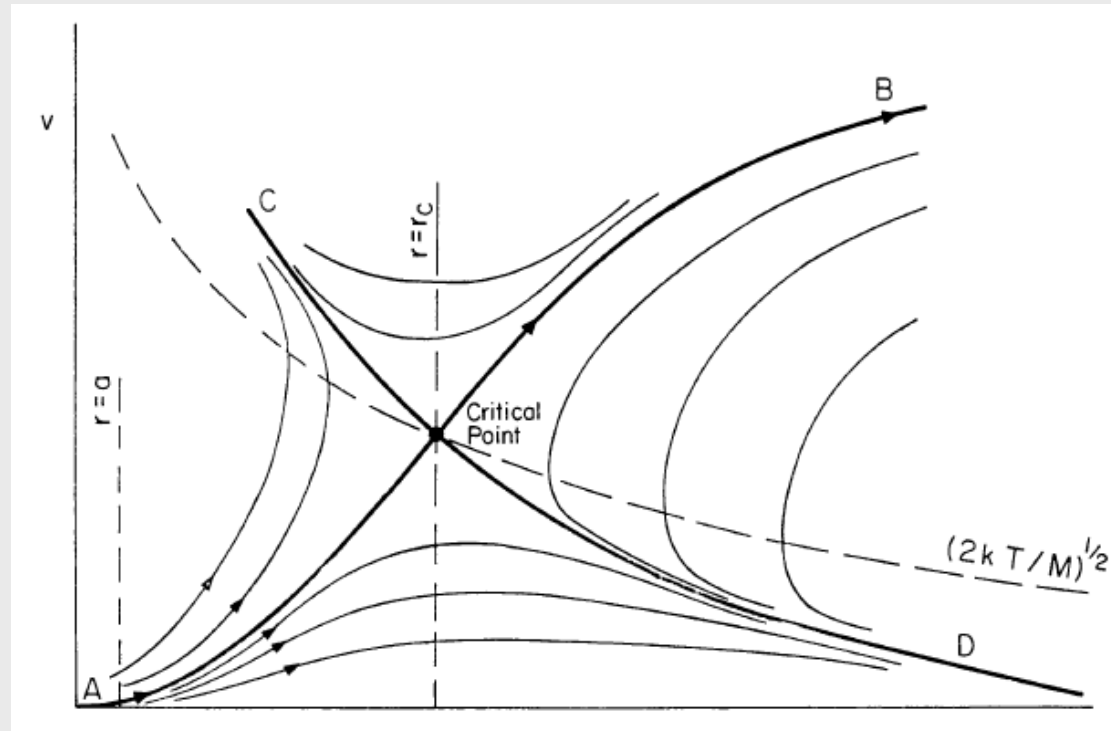
2. Вдоль трубки тока - уравнение Бернулли.

Решение $V(r)$ – семейство кривых, с разным поведением давления и скорости на больших и малых r .

Единственная избранная зависимость

- через критическую точку (сверхзвуковой СВ).

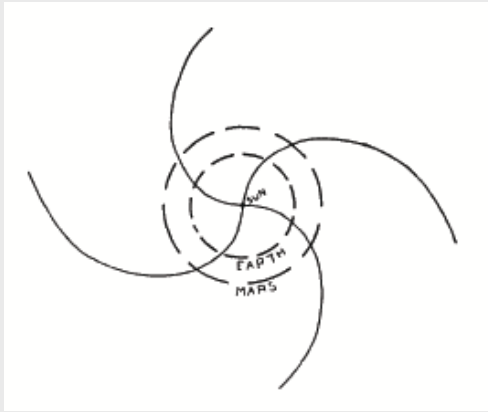
$$NMv \frac{dv}{dr} + \frac{d}{dr}(2NkT) + \frac{GM_{\odot}NM}{r^2} = 0$$



Parker, ApJ, 128, 664, 1958

Parker, SSRv, 4, 666, 1965

Гелиосфера и ГМП

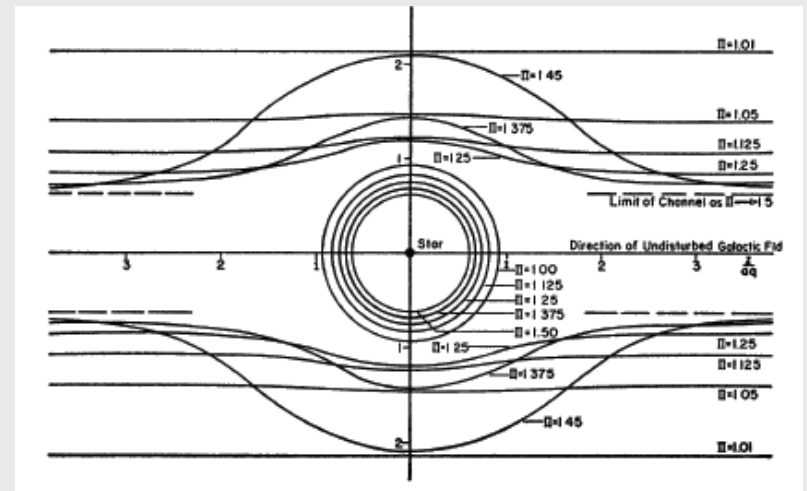
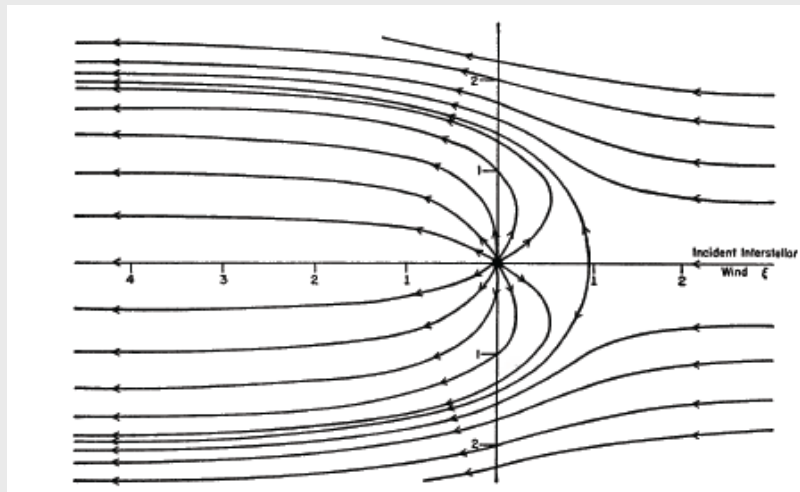


$$B_r(r, \theta, \phi) = B(\theta, \phi_0) \left(\frac{b}{r}\right)^2,$$

$$B_\theta(r, \theta, \phi) = 0,$$

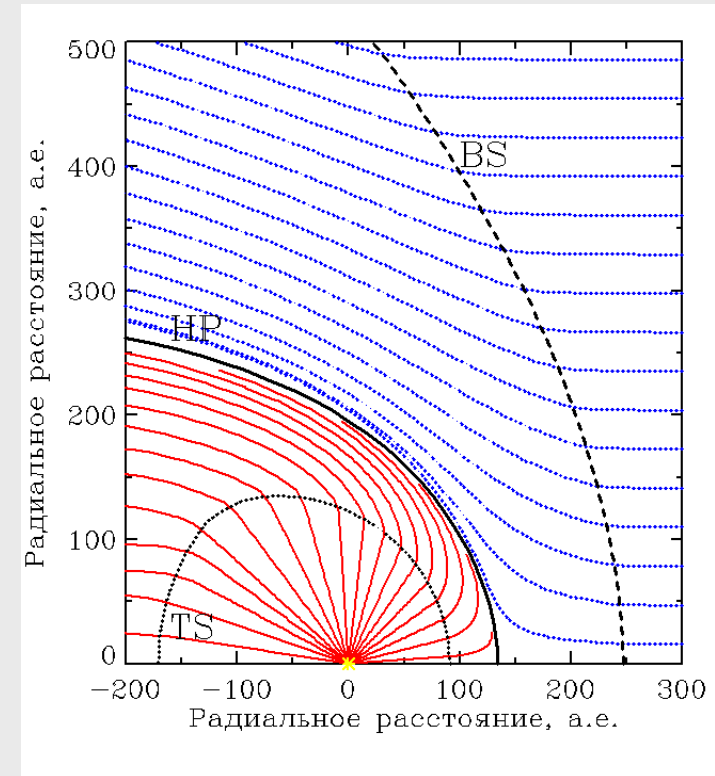
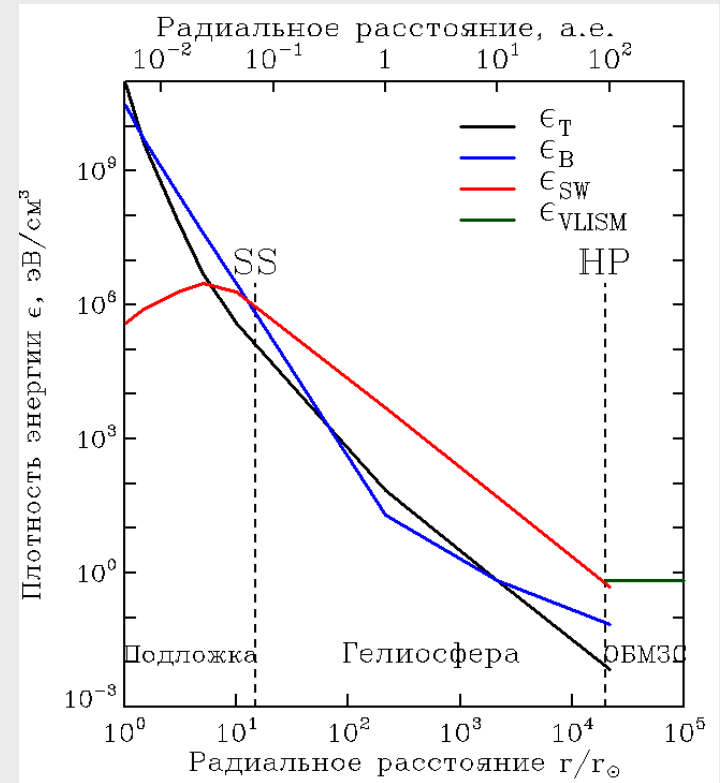
$$B_\phi(r, \theta, \phi) = B(\theta, \phi_0) \left(\frac{\omega}{v_m}\right) (r - b) \left(\frac{b}{r}\right)^2 \sin \theta.$$

Parker, ApJ, 128, 664, 1958

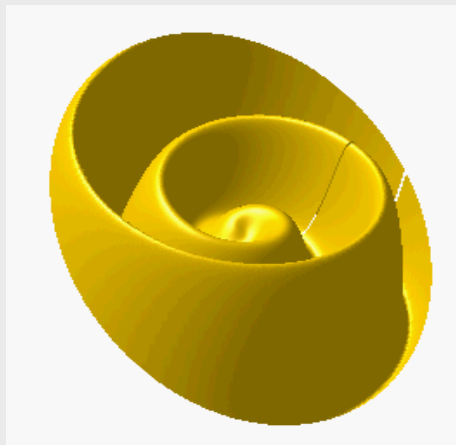


Parker, ApJ, 134, 20, 1961

Образование и структура гелиосферы



Baranov, Malama., 1993



Теория модуляции ГКЛ

$$\frac{\partial j(E, \mathbf{r}, t)}{\partial t} = -\nabla \cdot [j(E, \mathbf{r}, t) \mathbf{v}(\mathbf{r})] + \kappa(E) \nabla^2 j(E, \mathbf{r}, t)$$

Parker, Phys.Rev, 103, 1518, 1956 Parker, Phys.Rev, 110, 1445, 1958

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 v \Phi) + \frac{\partial}{\partial W} \left(\frac{dW}{dt} \Phi \right) = \nabla \cdot (\kappa \nabla \Phi)$$

Parker, ICRC,1, 26, 1965

+ Крымский, 1964; Долгинов, Топтыгин, 1968; Jokipii, 1968

“Finally, may I remark that the time has come for those of us who work on questions of cosmic ray modulation to be looking to the time a few years hence when we can close out the field and move on to other things.”

Parker, Rapporteur talk at 11th ICRC, 1969, Budapest

Резюме о вкладе Ю.Н. Паркера в гелиофизику

- Теория солнечного динамо – Начало систематических исследований динамо-механизма.
- Солнечный ветер и нагрев короны – неожиданность (? : аккреция, Е.А.Пономарёв), подтверждённая экспериментом. Но механизм нагрева короны – неясен; реальные модели СВ – эмпирические.
- Гелиосфера – модель ГМП Паркера проста и хороша, но требует однородности поля СВ (высокие широты). Взаимодействие с МЗС – в основном ГД+кинетическое (с нейтралами). Много эффектов полоидального СМП (гелиосферный токовый слой, $V_{sw}(\theta, \varphi)$, CIRs).
- Модуляция ГКЛ – транспортное уравнение, практически, не изменилось, но много новых эффектов из-за более сложной гелиосферы. Есть вопросы и к краевой задаче.
- Вклад Паркера - очень большой, особенно в теорию образование солнечного ветра и динамо-теорию. В физике гелиосферы и модуляции КЛ он сделал первые важные шаги и перестал ими заниматься, хотя и следил за развитием.

Влияние на начинающего научного работника



“Gene represented to me the ideal physicist—brilliant and accomplished, **personable, articulate, but also humble.** ... And one can never forget the encouragement he gave to everyone he interacted with—his own students and postdocs, and his colleagues.”

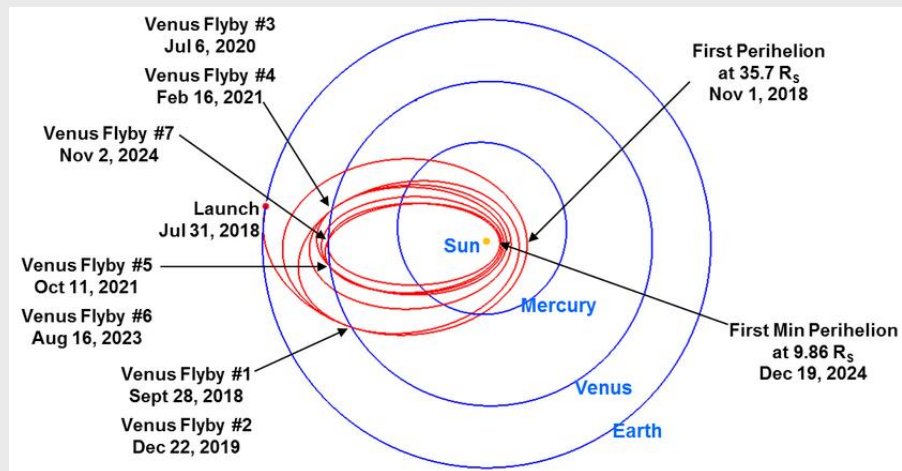
- *Влияние его книг на выбор пути*
- *Вызовы (влияние его мнений)*
- *Влияние его принципов*

SW-12, Saint-Malo, France, 2009

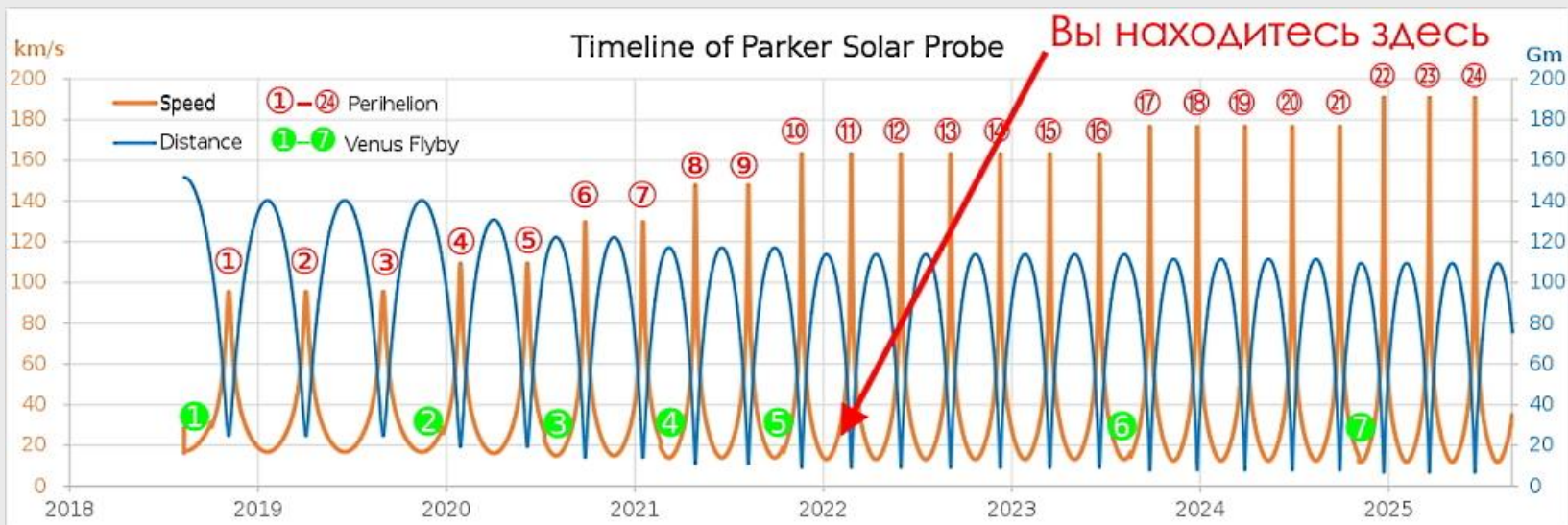
“I have never made a significant proposal but what there was a crowd who said, ‘Ain’t so, can’t possibly be’.

If you do something new or innovative, expect trouble. But think critically about it because if you’re wrong, you want to be the first one to know that.”

Памятник - кроме многих почётных медалей – Parker Solar Probe



<http://habr.com>



27.06.2022

Российская конференция по космическим лучам, МГУ

Старт Parker Solar Probe (12.08.2018)



27.06.2022

Российская конференция по космическим лучам, МГУ



Я благодарю В.Н. Обридко и M.S. Potgieter за полезную информацию и Emilio Segrè Visual Archives (AIP) за использование фотографий.

Спасибо за внимание!