Из книги:

Бэгготт Джим

Бозон Хиггса. От научной идеи до открытия «частицы Бога»
**Jim** Baggott. Higgs: The invention and discovery of the «**God** Particle»

[Издательство «Центрполиграф»](https://elementy.ru/bookclub/publisher/5183858/Tsentrpoligraf), 2015

Голландский теоретик Мартинус Велтман изучал математику и физику в Утрехтском государственном университете и стал профессором университета в 1966 году. В 1968 году он начал работать над проблемами перенормировки теории полей Янга – Миллса.

Исследования по физике высоких энергий не пользовались в Нидерландах особой популярностью, отчего у занимающихся ею возникало некоторое чувство отчужденности. Но Велтману это подходило, поскольку в таком случае ему не нужно было отстаивать свой выбор немодной темы для исследования.

В начале 1969 года к нему назначили молодого студента Герарда ’т Хоофта, чтобы закончить магистерскую диссертацию. Велтман не стал поручать своему студенту работу над теориями Янга – Миллса, так как посчитал тему слишком рискованной и едва ли способствующей удачному трудоустройству в дальнейшем. Но после успешной защиты диссертации ’т Хоофту предложили остаться в университете, чтобы он смог получить докторскую степень. ’т Хоофт выразил желание и дальше работать с Велт маном.

Велтман по-прежнему считал, что теории Янга – Миллса таят множество опасностей. Ему удалось значительно продвинуться в вопросе перенормировки, но проблема никак не решалась. Однако ’т Хоофт был уверен, что это будет благодатной почвой для его докторской диссертации. Велтман сначала предлагал ему другую тему, но ’т Хоофт стоял на своем.

Казалось, они совсем не подходили друг другу. Велтман был здоровяк без сантиментов, гордый своими успехами, хотя и равнодушный к отсутствию интереса со стороны остальных коллег. ’т Хоофт был некрупного сложения, предпочитал держаться в тени, и за его скромностью скрывался необычно острый ум.

В своей книге 1997 года «В поисках фундаментальных частиц» ’т Хоофт, представляя Велтмана, рассказал один забавный случай. Однажды Велтман вошел в лифт, где уже было много народу. Когда нажали кнопку, раздался сигнал, что лифт перегружен. Все посмотрели на Велтмана, который был довольно крупным человеком и к тому же вошел последним. Кто-то другой на его месте, возможно, смущенно бы извинился и вышел, Велтман ни о чем таком и не подумал. Он знал принцип эквивалентности Эйнштейна, лежащий в основе общей теории относительности: если человек находится в свободном падении, он не испытывает собственного веса. Он понял, что надо делать.

«Когда я скажу «давай», жмите!» – воскликнул он[[1]](#footnote-1).

И тогда он подпрыгнул и крикнул: «Давай!»

Кто-то нажал кнопку, лифт начал подниматься. Когда Велтман приземлился, лифт уже набрал достаточную скорость и не остановился. ’т Хоофт тоже находился в лифте.

Как-то осенью или зимой 1970/71 года Велтман с ’т Хоофтом шли по университетскому кампусу.

– Мне все равно, что и как, – заявил Велтман своему студенту, – но нам нужна хотя бы одна перенормируемая теория с массивными векторными бозонами, и похоже это на природу или нет, не важно, [это все] детали, которые потом доделает какой-нибудь фанатик. В любом случае все возможные модели уже опубликованы[[2]](#footnote-2).

– Это я могу, – тихо сказал ’т Хоофт.

Прекрасно понимая, как трудна проблема и что другие физики – например, Ричард Фейнман – пытались ее решить и не смогли, Велтман очень удивился, услышав ’т Хоофта. Он чуть не врезался в дерево.

– Что-что? – переспросил он.

– Я могу это сделать, – повторил ’т Хоофт.

Велтман так долго бился над проблемой, что ему не верилось, будто у нее может быть такое простое решение, как представлялось ’т Хоофту. Понятно, почему Велтман отнесся к его словам с недоверием.

– Запиши, и посмотрим, – сказал он.

Но летом 1970 года на курсах в Каржезе, корсиканском городке, ’т Хоофт узнал о спонтанном нарушении симметрии. В конце 1970 года он в своей первой статье показал, что теории полей Янга – Миллса с безмассовыми частицами поддаются перенормировке. ’т Хоофт был уверен, что применение спонтанного нарушения симметрии позволит перенормировать и теории Янга – Миллса с массивными частицами.

И вскоре он действительно все записал.

Велтману не понравилось, что ’т Хоофт использовал механизм Хиггса. Его особенно заботило, что наличие фонового поля Хиггса, пронизывающего всю Веленную, обязательно должно проявляться через гравитационные эффекты[[3]](#footnote-3).

Так они спорили и спорили. В конце концов ’т Хоофт решил показать научному руководителю результаты его теоретических выкладок, не говоря конкретно, откуда они взялись. Велтман и так это прекрасно понимал, но удовольствовался тем, что просто проверил истинность результатов ’т Хоофта.

За несколько лет до того Велтман разработал новый подход к сложным алгебраическим манипуляциям с помощью компьютерной программы, которую он назвал Schoonschip, что по-голландски означает «чистый корабль»[[4]](#footnote-4). Это была одна из первых компьютерных алгебраических программ, способных манипулировать математическими уравнениями в виде символов. Велтман поехал в Женеву, взяв с собой результаты ’т Хоофта, чтобы проверить их на компьютере в ЦЕРНе.

Велтман был взволнован, но сохранял скептическое отношение. Настраивая программу, он посмотрел на результаты и решил убрать несколько четырехкратных множителей из уравнений ’т Хоофта, множителей, которые можно было отследить к бозону Хиггса. Четырехкратные множители казались Велтману просто безумием. Он настроил программу и запустил ее без них.

Вскоре он уже звонил ’т Хоофту и говорил: «Она почти работает. Ты только ошибся кое-где с двукратными множителями»[[5]](#footnote-5). Но ’т Хоофт не ошибался. «Тогда он понял, что даже четырехкратный множитель верен, – рассказал ’т Хоофт, – и все прекрасно получается. Тогда он разволновался так же, как я раньше».

’т Хоофт вполне независимо (и по чистому совпадению) воссоздал теорию поля SU(2) × U(1), которую Вайнберг разрабатывал в 1967 году, и показал, что ее можно перенормировать. ’т Хоофт думал применить теорию поля к сильному взаимодействию, но, когда Велтман спросил у коллеги из ЦЕРНа, знает ли он о других применениях теории SU(2) × U(1), его отправили к статье Вайнберга. Велтман и ’т Хоофт поняли, что они получили полностью перенормируемую квантовую теорию поля для электрослабого взаимодействия.

Это был настоящий прорыв. «Психологический эффект от доказательства перенормируемости был огромен», – написал Велтман несколько лет спустя[[6]](#footnote-6). На самом деле ’т Хоофт продемонстрировал, что калибровочные теории Янга – Миллса в принципе поддаются перенормировке. Локальные калибровочные теории фактически являются единственным классом теорий поля, которые можно перенормировать.

’т Хоофту было всего 25 лет. Сначала Глэшоу не понял доказательства. О ’т Хоофте он сказал: «Либо этот парень полный идиот, либо он величайший гений физики за много лет»[[7]](#footnote-7). Вайнберг сначала не поверил, но, когда увидел, что его коллега-теоретик отнесся к работе ’т Хоофта серьезно, решил приглядеться к ней поближе. И она его сразу убедила.

’т Хоофта назначили доцентом кафедры Утрехтского университета. Наконец-то *все* ингредиенты теории были в наличии. Перенормируемая, спонтанно нарушаемая теория поля SU(2) × U(1) для слабого и электромагнитного взаимодействия уже маячила на горизонте. Массы W±– и Z0-бозонов возникли «естественно из применения механизма Хиггса». Еще оставались некоторые аномалии, но ’т Хоофт указал в сноске в опубликованной статье, что они не делают теорию неперенормируемой. «Конечно, – писал он много лет спустя, – это нужно понимать так, что перенормируемость можно восстановить за счет добавления необходимого количества разного рода фермионов (кварков), но, признаюсь, я даже думал, что, может быть, это и не понадобится»[[8]](#footnote-8). Оставшиеся аномалии можно было устранить, добавив в модель несколько кварков.

1. ’*t Hooft G.* In Search of the Ultimate Building Blocks. Cambridge University Press, 1997. P. 58. [↑](#footnote-ref-1)
2. Мартинус Велтман в личном разговоре с Эндрю Пикерингом. Цит. по: *Pickering.* P. 178. [↑](#footnote-ref-2)
3. Непосредственно влияя на космологическую постоянную, впервые введенную в качестве поправочного множителя Эйнштейном в его уравнениях гравитационных полей. В космологической модели Большого взрыва ΛCDM космологическая постоянная (лямбда) управляет скоростью расширения пространства-времени [↑](#footnote-ref-3)
4. Это голландская морская команда, которая значит, что надо убрать беспорядок. Позднее Велтман заявил, что это название он выбрал специально для того, чтобы досадить всем неголландцам. [↑](#footnote-ref-4)
5. Герард ’т Хоофт, интервью Роберту Кризу и Чарльзу Манну, 26 сентября 1984. Цит. по: *Crease and Mann.* P. 325–326. [↑](#footnote-ref-5)
6. *Weltman M. // Hoddeson et al.* P. 173. [↑](#footnote-ref-6)
7. Шелдон Глэшоу, процитировано Дэвидом Политцером, интервью Роберту Кризу и Чарльзу Манну, 21 февраля 1985. Цит. по: *Crease and Mann. P.* 326. [↑](#footnote-ref-7)
8. *Hooft G. // Hoddeson, et al.* P. 192. [↑](#footnote-ref-8)