

Научно-популярный журнал



Главный редактор
Александр Перевозчиков

Зам. главного редактора
Валерий Поляков
wp@tm-magazin.ru

Ответственный секретарь
Константин Смирнов
ck@tm-magazin.ru

Научный редактор
Владимир Мейлицев

Обозреватели
Сергей Александров,
Игорь Боечин,
Юрий Егоров, Юрий Ермаков,
Татьяна Новгородская

Корпункты
В Сибири:
Игорь Крамаренко (г. Томск)
kramar64@yandex.ru
В Московской области:
Наталья Теряева (г. Дубна)
nteriaeva@mail.ru
В Европе: Сергей Данилов
(Франция)
sdanon@gmail.com

Допечатная подготовка
Марина Оступенус,
Михаил Рульков;
Тамара Савельева (пабор);
Людмила Емельянова (корректур),
Юлия Панюгина (стажёр)

Директор по развитию и рекламе
Анна Магомаева
Тел. (495) 998 99 24
razvitie.tm@yandex.ru

Издатель
ЗАО «Корпорация ВЕСТ»

Генеральный директор
Ирина Нииттюрanta

Адрес редакции:
ул. Лесная, 39, оф. 307.
Тел. для справок: (495) 234 16 78
tns_tm@mail.ru

Для писем: 127055, Москва,
а/я 86, «ТМ».

2014, № 06 (971)

ISSN 0320 331X
© «Техника — молодёжи».
Общедоступный выпуск
для небогатых. Издаётся
при финансовой поддержке
Федерального агентства по печати
и массовым коммуникациям.



Наши первопубликации

2 Знамя № 5 над Рейхстагом
А всего было сделано и распределено по воинским подразделениям девять знамён, по числу стрелковых дивизий, входивших в состав 3-й Ударной армии и участвовавших в штурме Берлина

Панорама

4 Экстремофилы с Диего-Гарсия
Как раз в период исчезновения малайзийского «Боинга» Научно-исследовательская лаборатория ВМФ США объявила, что её сотрудникам, наконец, удалось получить топливо прямо из морской воды. Не им ли был заправлен пропавший самолёт?

Top science

9 Волны пространства-времени
Гравитационные волны... Эти загадочные порождения Общей теории относительности с давних пор волнуют воображение физиков-теоретиков. И вот теперь они открыты в эксперименте

14 Электронно-вычислительный мир

Выставки
16 «Архимеды» опять собрались в Сокольниках
Наш автор рассказывает о наиболее интересных экспонатах XVII московского Международного салона изобретений и инновационных технологий «Архимед»

Техника и спорт

20 Страсти по футболным технологиям
23 Браука — турбулизатор атмосферы
24 Карнавал, Христос, Маракана!
В преддверии чемпионата мира по футболу в Бразилии появилось немало известий о новинках, которые

внедряются в технологию самой популярной игры в мире. Поговорим о некоторых из них

Смелые гипотезы

28 Через поля к экзопланетам
Баллистическая теория Ритца «разрешает» материальным объектам скорости, превышающие световую. Более того: она подсказывает, как сделать двигатель для сверхсветового звездолёта!

Военные знания

32 Репетиция Парады Победы
В параде в честь 69-й годовщины Победы приняла участие 151 единица новейшей российской бронетехники

36 Вокруг земного шара

Окно в будущее
38 Полёт в завтра на крыльях Солнца
Топливом для первого в истории кругосветного беспосадочного перелёта в 1986 г. послужил высокооктановый бензин. Второй такой перелёт в 2005 г. был совершён на авиационном керосине. А в следующем году «шарик» собиравается облететь... вообще без топлива!

Инженерное обозрение

40 Болиды позеленели и шокируют!
2014-й выстал годом революционных нововведений в регламент «Формулы 1», и годом дебюта гонок в новом классе — «Формула-Е». Станет ли эта «встряжка» предвестником скачка в «гражданском автопроме»?

Страницы истории

43 Всестраничное многоцветие, или Гибель Титаника
Цвет распространился по страницам нашего журнала с января 1970 г. с целью сделать праздничным год столетия со дня рождения Ленина



Из истории вещей

46 Не счастье жемчужин в реках полуночных...
Всего пару веков назад значительная часть мировой добычи жемчуга приходилась на Россию, здесь его в огромных количествах доставали... со дна северных рек

Танковый музей

52 Танки Индии

55 Колонка Германа Смирнова

Клуб любителей фантастики

56 П. Госсен, М. Гундарин — Каори и Геркулес
58 Ю. Молчан — Я всё ещё в Игре...
61 В. Гвоздей — Чушь

62 КлубОК

Уважаемые читатели!
В 2014 г. журналы «Техника — молодёжи» и «Оружие» выходят по 8 номеров в полугодие (16 номеров в год).
Подписные индексы:
В каталоге МАП: «Техника — молодёжи» — инд. 99370; «Оружие» — инд. 99371.
В Объединённом каталоге: «Техника — молодёжи» — инд. 72098; «Оружие» — инд. 26109.

Волны пространства-времени

По следам сенсационного открытия астрофизиков Антарктиды



Загадка волн Вебера

Гравитационные волны.... Эти загадочные порождения Общей теории относительности до сих пор волнуют воображение физиков-теоретиков. Ну а физики-экспериментаторы так и не смогли осилить кренкий орешек теории гравитации Эйнштейна.

В СМИ периодически появляются сенсационные сообщения, приписываемые какой-либо исследовательской группе, об очередном открытии волн Вебера (американский физик Вебер был одним из первых, кто сообщил о наблюдении гравитационных волн). До сих пор все эти сенсации оказывались совершенно несостоятельными и объяснялись, скорее, некомпетентностью журналистов, чем недобросовестностью учёных.

Между тем, количество попыток открыть «дрожь пространственно-временной матрицы» отнюдь не уменьшается, скорее даже наоборот: возникло целое направление экспериментальной астрономии — гравитационно-волновая астрофизика. И хотя эта область науки ещё мало освоена, её исследователи уверенно делают первые решительные шаги, опираясь на многие косвенные данные о гравитационном колебании Космоса.

Даже в теории регистрация гравитационных волн составляет труднейшую техническую проблему, ведь гравитационные «приливы» и «отливы» на 40 порядков (!) уступают тем же электромагнитным волнам.

На практике же самым интересным источником гравитационного излучения должен быть космологический фон реликтовых гравитационных волн. Космологические гравитационные волны испускались в эпоху ранней Вселенной хаотически движущимися неоднородностями вещества. Это единственный вид излучения, способный донести до нас информацию о первых секундах существования Вселенной.

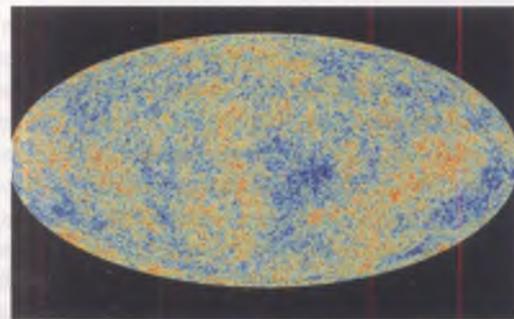
Возвращаясь к обсуждаемому открытию, надо сразу заметить, что речь пока идёт только о косвенных данных. Специализированный телескоп BICEP2

Космический фон микроволнового реликтового излучения. Реликтовое излучение — это первый электромагнитный крик новорождённой Вселенной, излучённый ею в возрасте 380 тыс. лет и несущий в себе отпечатки процессов, происходивших в ту эпоху. А вот исследователи проекта BICEP обнаружили в «крике» признаки самого первого гравитационного «вздоха» в невообразимо краткое «планковское время» рождения Мироздания

Открытие, состоявшееся в международной коллаборации Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики «Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarization» (BICEP) вполне может стать «научной новостью года». Эта информация пришла из одной из самых необычных обсерваторий, расположенной на антарктической станции «Амундсен-Скотт». Именно здесь природа создала уникальные условия для наблюдений, крайне иссушив и проморозив атмосферу. Почему же это открытие вызвало такой ажиотаж среди астрономов и физиков?

сумел на новом уровне точности измерить поляризацию космического микроволнового излучения. При этом были обнаружены так называемые «реликтовые В-моды поляризации». Их наличие физики связывают с «гравитационным штормом», разразившемся в очень ранней Вселенной. Тогда в невообразимо краткий миг (10^{-32} с) произошло нечто весьма странное — сверхмикроскопическое стало макроскопическим. Зародыш нашей Вселенной от масштабов, которые называются планковскими, раздулся до размеров теннисного мячика.

Это сверхбыстрое распухание пространства-времени соответствует стадии инфляции, которую описывает целая солидная космологическая парадигма — инфляционная теория Большого взрыва. Результаты





Астрофизическая обсерватория на антарктической станции «Амундсен-Скотт»

исследования команды ВІСЕР2 не только впервые подтвердили важное предсказание квантовой инфляционной теории, но и открыли новую главу в наблюдательной космологии — науке о самых общих свойствах нашего Мира. Так умопомрачительный скачок из мира недостижимо сверхмалых величин постепенно превращается из «физико-математической фантастики» в реальный фундамент Мироздания.

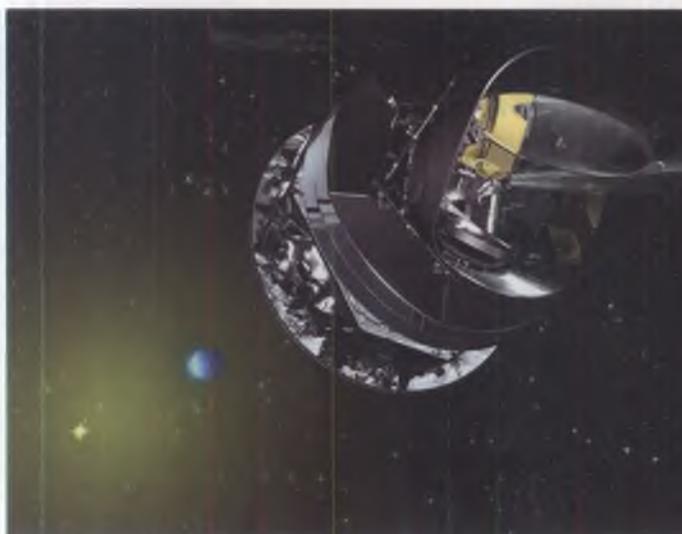
Кроме того, глубокая абстракция теории, которую часто называли «глубоко спекулятивной» (научная спекуляция — это построения без подтверждения опытными фактами и наблюдениями) теперь становится доступной экспериментальному изучению. Измерения отголосков первичного гравитационного приборя позволяют сделать вещь, о которой теоретики раньше даже не мечтали — выделить одни и закрыть другие модели космологической инфляции, при этом решительно отбросив альтернативные варианты рождения нашего Мира.

В основе инфляционного сценария лежит понятие инфлатона, или инфляционного поля, плохо вписывающиеся в стандартную теорию элементарных частиц. Вполне возможно, что теперь в эту физическую модель придётся внести существенные изменения, а учебники — решительно переписывать. Уже сейчас слышны и более смелые голоса, которые утверждают, что полученные результаты измерения интенсивности гравитационных волн прямо ведут к новой физике высоких энер-

гий. Именно где-то здесь скрывается энергетический предел, за которым учёные мечтают увидеть «святой Грааль физики» — объединение сильного, слабого и электромагнитного взаимодействия в рамках «единой теории всех частиц и сил». Именно об этом мечтал все последние годы жизни великий Эйнштейн, ушедший в вечность со словами: «теперь-то я узнаю, как устроен этот Мир...».

Но и на этом не заканчивается ряд поразительных следствий, порождённых открытием коллаборации ВІСЕР2. Дело в том, что рождённое в глубинах инфлатона гравитационное поле должно было совершить судьбоносный всплеск — квантовую флуктуацию. Этот зародыш нового мира космологическая инфляция и раздула до огромных размеров. Получается, что именно квантовые флуктуации гравитационного поля породили отголоски тех самых первичных гравитационных волн, которые удалось зарегистрировать в Антарктиде. Ну а это уже можно трактовать как косвенное подтверждение ещё одной очень важной, но, опять-таки, глубоко абстрактной теории квантовой гравитации.

Если результаты группы ВІСЕР2 получат подтверждение, то следующим этапом должно стать тщательное измерение спектральных показателей флуктуаций плотности реликтового микроволнового фона и первичных гравитационных волн. Инфляционный сценарий предсказывает, что между этими спектральными показателя-



Космический телескоп «Планк»

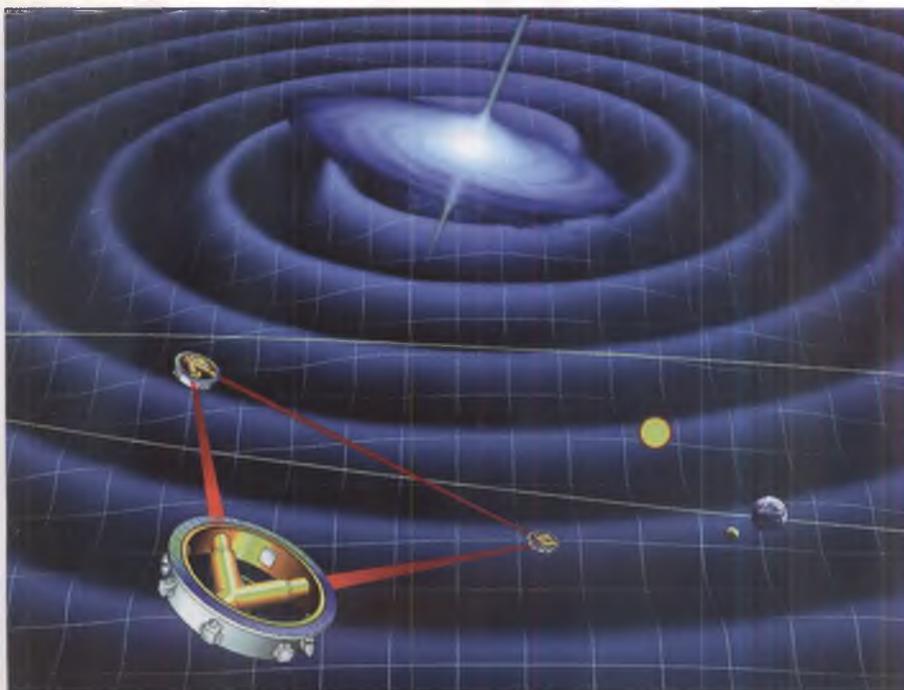
ми должна быть вполне определённая связь, которую и предстоит проверить. Есть тут и существенные трудности, ведь придётся измерять реликтовое излучение по всему небу, а для этого нужен специализированный орбитальный телескоп. Много надежд тут связывают с деятельностью космической лаборатории «Планк» (Planck), которая также исследует поляризационные отголоски реликтового микроволнового излуче-

Гравитационно-волновой небосклон

Теперь давайте покинем антарктических исследователей и кратко опишем историю поиска гравитационных волн как главных подтверждающих факторов теории тяготения Эйнштейна. Гравитационные волны пробыли открыты и раньше — «напрямую», но, пользуясь такие тончайшие методы анализа космологического микроволнового фона.

Как можно наблюдать гравитационную волну? Элементарное соображение: проходя между двумя телами, она заставляет их елеуловимо сближаться и удаляться с определённой частотой. Это можно измерить с помощью самого простейшего приспособления для детектирования гравитационных колебаний может быть обычный маятник на пружинном подвесе. Если частота собственных колебаний совпадёт с частотой гравитационных волн, то возникнет резонанс, который могут «поймать» системы хитроумных датчиков.

Первый всплеск внимания к гравитационным волнам возник в конце 1960-



Совместный эксперимент НАСА и ЕКА «Laser Interferometer Space Antenna». Находится на проектной стадии, старт планируется на 2020 г. Измерения будут проводиться лазерными интерферометрами при помощи космических аппаратов, расположенных в вершинах треугольника. Когда гравитационная волна исказит пространство-время между двумя зондами, можно будет измерить относительные сдвиги фазы лазерного луча

Тогда в научной печати появились сенсационные данные американского физика Джозефа Вебера, утверждавшего, что ему удалось открыть космические волны тяготения. В качестве пробных грузов на пружинном подвесе учёный использовал многометровые алюминиевые цилиндры толщиной около метра. В другом варианте он пытался создать конструкцию из массивных зеркал, колебания которых фиксировались лазерным интерферометром.

Вебер слыл авторитетом в своей области, поэтому научный мир воспринял его сообщение с полной серьёзностью, а в обиход вошло выражение «волны Вебера». Однако вскоре его опыты попали в разряд «невоспроизводимых экспериментов», и до сих пор никому не удалось их успешно повторить.

От физиков эстафету поиска «гравитационного прибора Вселенной» приняли астрономы, обратившие особое внимание на колоссальные космические радиостанции нейтронных звёзд, т. н. радиопульсары. Характерные размеры нейтронной звезды составляют десятки километров, а средняя плотность приближается к плотности атомных ядер — при этом кубический санти-

метр весит тысячи тонн. Массы всех известных нейтронных звёзд близки к массе Солнца. При своей колоссальной плотности нейтронные звёзды обладают чудовищной напряжённостью поля тяготения.

Согласно ОТО, любая двойная или кратная система звёзд при вращении вокруг общего центра масс излучает энергию в виде гравитационных волн; но даже в случае нейтронных звёзд подобные колебания пространства-времени слишком слабы для современных детекторов. Однако, излучая энергию и теряя орбитальную скорость, звёздная пара должна будет упасть в объятия друг друга, сливаясь воедино.

Для обычных двойных звёзд длительность такого процесса — десятки миллиардов лет (возраст Вселенной — 13,82 млрд лет). А вот у пары нейтронных звёзд слияние может произойти всего лишь за несколько миллионов лет. На заключительном этапе теория предсказывает несимметричный гравитационный коллапс, длящийся доли секунды. При этом катастрофическом падении внешних слоёв под собственным весом «внутри самих себя» до половины общей массы превращается в гравитационные волны.

Однако нейтронные звёзды столь малы, что слабо видны даже в большие телескопы. Зато многие из них хорошо наблюдаемы в более высоких областях электромагнитного спектра. Одиночные звёзды чаще всего «заявляют о себе» в качестве радиопульсаров; в двойных системах они в большинстве случаев предстают пульсарами, излучающими в рентгеновском диапазоне. Такое «размежевание» обусловлено различным механизмом формирования излучения, но разговор об этом выходит за рамки статьи; важно, что мы можем точно «прицеливаться» в нейтронные звёзды.

В 1993 г. Нобелевский комитет присудил премию по физике американским астрономам Джозефу Тэйлору и Расселу Халсе за 15-летние высокоточные исследования двойного радиопульсара PSR 1913+16. Открытие было сделано на знаменитом 300-метровом радиотелескопе Аресибо летом 1974 г., когда Халсе был ещё только студентом-практикантом у профессора Тэйлора.

За долгое время наблюдений выяснилось, что система радиопульсара является настоящим научным сокровищем релятивистских эффектов. Оказалось, что сверхмощные радиопульсары излучают быстровращающаяся сверхплотная нейтронная звезда с сильнейшим магнитным полем, движущаяся вокруг обычного светила по очень вытянутой орбите. Измеряя с очень высокой точностью радиопульсары пульсара, Халсе и Тэйлор смогли открыть исключительно важные эффекты, обусловленные теорией гравитации Эйнштейна. При этом они сосредоточили внимание на проверке важнейшего следствия Общей теории относительности — существовании гравитационных колебаний пространства-времени.

Из теории Эйнштейна следует, что два тела, обращающиеся по орбите, излучают гравитационные волны, уносящие энергию и меняющие орбитальный угловой момент. В случае радиопульсара PSR 1913+16 орбита должна была бы постоянно сжиматься, а орбитальный период уменьшаться со скоростью 75,8 мкс в год.

Полученные к 1991 г. результаты составляли 76 ± 0.3 мкс в год, что явилось блестящим подтверждением класси-

ческих положений теории относительности!

Поиски продолжают

Сегодня многие творческие коллективы инженеров и физиков успешно проектируют новые системы датчиков гравитации, например, на основе лазерных интерферометров. Если на такую систему накатит гравитационная волна, то под её воздействием начнёт меняться длина пути луча. Сначала она станет короче в одном направлении и длиннее в другом, затем возникнет противоположная ситуация. Подобные лазерные интерферометры обладают феноменальной чувствительностью и могут регистрировать волны в широком частотном диапазоне.

Особенно эффективной станет космическая система из лазерных интерферометров для регистрации гравитационных волн, которую собираются реализовать в международном проекте, получившем название LISA. Проект предполагает запуск космической флотилии из нескольких гравитационных лабораторий, расположенных на дистанции в несколько миллионов километров друг от друга. Так могут быть получены важнейшие данные по космологическим гравитационным волнам, возникшим при рождении нашей Вселенной в пучинах Большого взрыва.

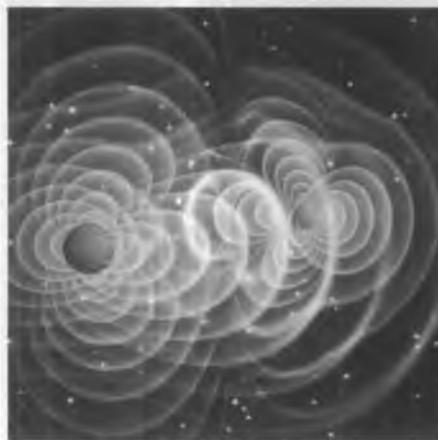
Впрочем, надежды гравитационно-волновой астрономии не связаны исключительно с космосом. В различных лабораториях строятся криогенные детекторы, например, в виде металлических сфер метрового диаметра, охлаждаемые практически до температуры абсолютного нуля. Предполагается, что на высоких частотах такие детекторы могут превзойти по чувствительности самые совершенные лазерные установки.

Российские исследователи в ближайшем будущем собираются на новом техническом уровне продолжить поиск «волн Вебера». Для этого планируется использовать усовершенствованные гравитационные детекторы, способные регистрировать несколько астрономических событий в год, искажающих метрику пространства-времени в земных окрестностях.

С другой стороны, астрофизики пытаются зарегистрировать влияние гра-

витационных волн на процессы излучения звёзд — «космических мазеров» (лазеров в радиодиапазоне). Первые наблюдения такого рода, позволяющего обнаружить воздействие гравитационных волн от периодических источников тесных двойных звёзд, были уже получены на радиоастрономической обсерватории Российской академии наук в подмосковном Пуцдино.

Разыскивая волны пространства-времени, исследователи вынуждены постоянно бороться с множеством помех, вызванных тепловыми движениями, звуковыми и сейсмическими колебаниями. Поэтому наземные гравитационные обсерватории, как правило, располагают в необычных, а иногда и экзотических местах: в глубоких заброшенных шахтах или наоборот — на гор-



Модель гравитационных волн от двойной системы чёрных дыр — гравитационных коллапсаров

ных вершинах и даже на ледниковом щите Антарктиды.

Сегодня с помощью космических гравитационных телескопов — интерферометров учёные в первую очередь надеются зарегистрировать волны тяготения, возникшие от особо сильных источников. Например, при поглощении чёрными дырами обыкновенных звёзд. Однако рекордсменами в испускании гравитационных волн должны быть системы из чёрных дыр. Массы таких систем могут превышать массы тех же нейтронных звёзд в миллиарды раз. Особенно интересные эффекты возникают в случае быстровращающихся чёрных дыр.

Мощнейшим источником колебаний пространства-времени могли бы быть множественные системы из сверхмас-

сивных чёрных дыр, скапливающихся в ядрах сильно взаимодействующих галактик. Когда-нибудь и наша Галактика — Млечный Путь — столкнётся с соседней Туманностью Андромеды. Тогда центральные чёрные дыры образуют единую систему и начнут сближаться, расходуя энергию на гравитационное излучение.

Может быть, когда-нибудь астрофизики найдут способы фиксации коротких, очень мощных всплесков гравитационных волн, возникающих и при вспышках сверхновых звёзд.

И все-таки — существуют ли гравитационные волны? Не гоняются ли астрономы за фантазиями физиков? Прямой экспериментальной регистрации их до сих пор нет; что если в итоге гравитационные волны так и не обнаружат?

Это будет тяжёлый удар для всей современной физики. Неверной окажется не только фундаментальная общепринятая теория относительности; не спасутся и многочисленные «альтернативные» теории тяготения. Ведь все они тоже предсказывают возникновение гравитационных волн при конечной скорости распространения гравитации.

С другой стороны — а что такого случится, если их зафиксируют? Для чего их можно использовать?

На этот вопрос ответить как раз просто. Предсказать конкретные приложения фундаментальной теории очень трудно, но её последующий вклад в технику и инженерную физику просто несомненен. Представим себе, что в своё время журналисты спросили бы у создателей квантовой теории, какая в будущем будет польза от квантовой механики. Вряд ли Планк, Де Бройль и Шредингер предвосхитили бы открытие транзисторов и оптических квантовых генераторов — лазеров. Но прошли десятилетия, и появилась прикладная квантовая электроника, квантовая оптика и квантовая радиофизика.

Десятилетия... Надо думать, процесс «поимки» и практического освоения гравитационных волн займёт не меньше времени. А пока — пока ждём подтверждений открытия группы VICER2. И, возможно, появления новых нобелевских лауреатов с фамилиями ведущих исследователей этой группы... tm