

Философские проблемы физики

1. Физика как фундамент естествознания. Онтологические, эпистемологические и методологические основания физики.
2. Понятие физической картины мира. Эволюция физической картины мира и изменение онтологии физического знания.
3. Частицы и поля как фундаментальные понятия современной физической картины мира и проблема их онтологического статуса. Проблема реальности виртуальных частиц.
4. Фундаментальные взаимодействия в физике. Стандартная модель частиц и взаимодействий и ее концептуальные трудности. Физический вакуум и поиски новой онтологии.
5. Проблема пространства и времени в классической механике. Роль коперникантской системы мира в становлении галилей-ньютоновых представлений о пространстве. Понятие инерциальной системы и принцип инерции Галилея. Принцип относительности Галилея, преобразования Галилея и понятие ковариантности законов механики.
6. Теоретические, экспериментальные и методологические предпосылки развития галилей-ньютоновских представлений о пространстве и времени.
7. Основные идеи СТО и ОТО А. Эйнштейна. Статус реляционной концепции пространства и времени в теории относительности. Понятие о едином пространственно-временном континууме Г. Минковского
8. Теоретические, методологические и экспериментальные предпосылки возникновения ОТО. Роль принципа эквивалентности инерциальной и гравитационной масс в ОТО. Связь материи, пространства и времени в ОТО.
9. Концепция геометризации физики на современном этапе. Понятие калибровочных полей. Интерпретация взаимодействий в рамках теории калибровочных полей. Топологические свойства пространства-времени и фундаментальные физические взаимодействия.
10. Детерминизм и причинность философии физики. Концепция индетерминизма и ее роль в физическом познании

11. Системные представления о физических объектах. Типология систем в физике
12. Концепция самоорганизации и термодинамика открытых неравновесных систем И. Пригожина
13. Философские проблемы квантовой механики
14. Постмодернистское понимание истины. Неоднозначность термина «объективность» знания. Проблема объективности в физике.
15. Теория и опыт в физике. «Теоретическая нагруженность» экспериментальных данных и теоретически нейтральный язык наблюдения.
16. Роль математики в развитии физики. Математика как язык физики. Три этапа математизации: феноменологический, модельный, фундаментально-теоретический.
17. Философские проблемы информатики. Понятие информации: генезис и современные определения. Материя, энергия, информация как фундаментальные категории современной науки.

1. Физика как фундамент естествознания. Онтологические, эпистемологические и методологические основания физики.

По общепринятому мнению, физика образует фундамент естествознания. Постараемся раскрыть этот тезис, рассматривая основные аспекты, в которых обычно употребляется термин «фундаментальность», и попробуем выделить основные аспекты фундаментальности физики.

1. Лингвистическая фундаментальность физики

Естественные науки являются эмпирическими в том смысле, что их положения основываются на совокупности эмпирических данных и проверяются путем сопоставления с ними. Следовательно, для них фундаментальное значение имеют высказывания, описывающие эти данные. В обыденной жизни сообщения о каком-либо факте суть описания чего-то непосредственно наблюдаемого. В физике отчет об экспериментальных фактах обязательно предполагает совокупность теорий, дающих истолкование тому, что непосредственно констатируется.

Эта черта характеризует прежде всего и по преимуществу физический эксперимент (причем в сколько-нибудь сложных случаях предполагается использование соответствующих приборов). Большинство наблюдений, как в физике, так и в других науках, носит «приборный» характер, и поэтому не только осознание экспериментальных фактов и их связи друг с другом предполагают наличие соответствующей теории, но и простое описание того, что наблюдается, опирается на теоретические представления об используемых приборах, позволяющее истолковать, например, трек в камере Вильсона как след определенной элементарной частицы.

Центральным в развиваемом взгляде является утверждение существенно физического характера любых используемых приборов. Любой используемый ученым прибор есть всегда в своей основе физический объект и для истолкования своих показаний требует соответствующих физических теорий. Это

обстоятельство делает язык физики неотъемлемым элементом языка любой другой естественно-научной дисциплины и может быть названо лингвистической (языковой) фундаментальностью физики.

2. Эпистемологическая фундаментальность физики (доктрина моно – и полифундаментальности)

Среди разнообразных значений слова «фундаментальность» можно выделить еще один аспект, связанный с отношением физики к эмпирическим данным. Как известно, слово «фундаментальность» применительно к науке, как правило, означает различие наук теоретических, ориентированных на раскрытие законов, описывающих изучаемый объект безотносительно к его практическому использованию. В этом смысле справедливо говорить о фундаментальном характере самых различных научных концепций в физике, химии, биологии, геологии и т. д. Целесообразно ввести понятие так называемой эпистемологической фундаментальности.

Как уже отмечалось, естественные науки опираются на эмпирические данные. На первых этапах развития естествознания в методологии естественных наук доминировал так называемый индуктивистский подход, согласно которому наиболее общие положения естественных наук непосредственно выводятся из опытных данных путем прямых индуктивных обобщений. Этот упрощенный взгляд отвергнут современной философией науки. Это обстоятельство четко сформулировано в ставшем, по существу, афоризмом тезисе А. Эйнштейна: «Нет логического пути, ведущего от опытных данных к теории». По выражению Эйнштейна, наиболее важные фундаментальные законы науки не выводятся из опытных данных, а в лучшем случае лишь «навеваются» ими.

Рассматривая теперь систему естественно-научных дисциплин, правомерно поставить вопрос: выводятся ли наиболее важные положения данной дисциплины из каких-либо других научных концепций, или их единственным оправданием является ссылка на опытные данные?

Теперь в связи со сказанным можно ввести понятия монофундаментальности и полифундаментальности. Тезис монофундаментальности утверждает, что есть лишь одна фундаментальная дисциплина, положения которой ни из каких других дисциплин вывести нельзя — они обречены на фундаментальный (в смысле ниоткуда не выводимый) характер. Концепция полифундаментальности предполагает наличие многих фундаментальных (в указанном смысле) наук.

В реальной истории естественных наук на фундаментальный статус претендовали физика, химия, биология. Это означает, что основные положения этих наук оправдывались ссылкой на опыт и ниоткуда не могли быть выведены. Явно упрощая реальную историю науки, можно сказать, что первой лишилась фундаментального статуса химия. На сегодня основные особенности химии объясняются на базе квантовой физики. То, что в XIX в. рассматривалось как сугубо специфическая особенность химии (особая сила «химического сродства», валентность, периодический закон Менделеева), сегодня выводится из квантовой физики.

Резюмировать изложенное можно так: химия лишилась фундаментального статуса (разумеется, только в указанном здесь смысле), но приобрела глубокое теоретическое обоснование. В этом смысле можно сказать, что физика обречена на фундаментальный статус. Даже если допустить, что в будущем появится некая наука, из которой можно будет теоретически вывести современную физику, то эта гипотетическая наука и будет называться новой физикой.

Явно сложнее обстоит дело со статусом биологии. На сегодня судьба биологии становится похожей на судьбу химии. В XX в. произошли радикальные сдвиги в биологии: открытие двойной спирали ДНК, создание молекулярной генетики, развитие неравновесной термодинамики и синергетики — все это позволяет не просто говорить о важнейших жизненных феноменах на языке простого описания, а раскрывать их глубокую физико-химическую основу. Тем не менее вопрос о фунда-

ментальности биологии на сегодня не может считаться решенным на уровне, сопоставимом с химией. Грубо говоря, признание фундаментальности биологии означает признание особого класса биологических законов, в принципе не могущих быть объясненными на базе физико-химических законов. На мой взгляд, признание таких (их иногда называют биотоническими) законов представляется не очень вероятным.

Подытоживая изложенное, можно сказать, что физика обладает особой фундаментальностью, которую можно назвать эпистемологической. Следует, правда, отметить одну экзотическую возможность: признать тезис монофундаментальности и наделить такой фундаментальностью не физику, а некую другую дисциплину. Скажем, можно настаивать на тех или иных вариантах организмических концепций и приписывать монофундаментальный статус биологии. Можно утверждать, что основные особенности любых наук могут быть выведены из неких философских установок. Все такие построения, конечно, возможны, но они явно находятся за пределами науки.

2. Понятие физической картины мира. Эволюция физической картины мира и изменение онтологии физического знания.

Огромен и разнообразен окружающий нас мир природы. Но каждый человек должен попытаться познать этот мир и осознать свое место в нем. Чтобы познать мир, мы из частных знаний о явлениях и закономерностях природы пытаемся создать общее - научную картину мира. Содержанием ее являются основные идеи наук о природе, принципы, закономерности, не оторванные друг от друга, а составляющие единство знаний о природе, определяющие стиль научного мышления на данном этапе развития науки и культуры человечества.

В каждый период развития человечества формируется научная картина мира, которая отражает объективный мир с той точностью, адекватностью, которую позволяют достижения науки и практики. Кроме того, картина мира содержит и нечто такое, что на данном этапе наукой еще не доказано, т. е. некоторые гипотезы, предвидения, которые в будущем могут прийти в противоречие с опытом и достижениями науки, так что некоторые места в картине мира придется дополнять».

Мир в целом может быть отображен в научной картине мира, которая возникает в итоге синтеза частнонаучных картин мира и является результатом всей духовной активности человека, а не какой-либо из ее сторон - чувственных форм отражения (восприятия, представления, созерцания, воображения) или понятийных (сознательного, бессознательного или сверхсознательного) моментов человеческой психики.

Научная картина мира понимается как "система наиболее общих представлений о мире, вырабатываемых с помощью фундаментальных понятий и принципов".

В соответствие с Новейшим философским словарем «**научная картина мира** - особая форма теоретического знания, репрезентирующая предмет исследования науки соответственно определенному этапу ее исторического развития, посредством которой интегрируются и систематизируются кон-

кретные знания, полученные в различных областях научного поиска. Термин "картина мира" используется в различных смыслах».

Как указывают исследователи, «четко и однозначно фиксируемых радикальных смен научной картины мира, научных революций в истории развития науки можно выделить три, обычно их принято персонифицировать по именам трех ученых сыгравших наибольшую роль в происходивших изменениях.

1. Аристотелевская (VI-IV века до нашей эры) в результате этой научной революции возникла сама наука, произошло отделение науки от других форм познания и освоения мира, созданы определенные нормы и образцы научного знания. Наиболее полно эта революция отражена в трудах Аристотеля. Он создал формальную логику, т.е. учение о доказательстве, главный инструмент вывода и систематизации знания, разработал категориально понятийный аппарат. Он утвердил своеобразный канон организации научного исследования (история вопроса, постановка проблемы, аргументы за и против, обоснование решения), дифференцировал само знание, отделив науки о природе от математики и метафизики

2. Ньютоновская научная революция (XVI-XVIII века), Ее исходным пунктом считается переход от геоцентрической модели мира к гелиоцентрической, этот переход был обусловлен серией открытий, связанных с именами Н. Коперника, Г. Галилея, И. Кеплера, Р. Декарта, И. Ньютон, подвел итог их исследованиям и сформулировал базовые принципы новой научной картины мира в общем виде. Основные изменения:

1. Классическое естествознание заговорило языком математики, сумело выделить строго объективные количественные характеристики земных тел (форма величина, масса, движение) и выразить их в строгих математических закономерностях.

2. Наука Нового времени нашла мощную опору в методах экспериментального исследования, явлений в строго контролируемых условиях.

3. Естествознание этого времени отказалось от концепции гармоничного, завершенного, целесообразно организованного космоса, по их представлению Вселенная бесконечна и объединена только действием идентичных законов.

4. Доминантой классического естествознания, становится механика, все соображения, основанные на понятиях ценности, совершенства, целеполагания, были исключены из сферы научного поиска.

5. В познавательной деятельности подразумевалась четкая оппозиция субъекта и объекта исследования. Итогом всех этих изменений явилась механистическая научная картина мира на базе экспериментально математического естествознания.

3. Эйнштейновская революция (рубеж XIX-XX веков). Ее обусловила серия открытий (открытие сложной структуры атома, явление радиоактивности, дискретного характера электромагнитного излучения и т.д.). В итоге была подорвана, важнейшая предпосылка механистической картины мира — убежденность в том, что с помощью простых сил действующих между неизменными объектами можно объяснить все явления природы.

Фундаментальные основы новой картины мира:

1. Общая и специальная теория относительности (новая теория пространства и времени привела к тому, что все системы отсчета стали равноправными, поэтому все наши представления имеют смысл только в определенной системе отсчета. Картина мира приобрела релятивный, относительный характер, видоизменились ключевые представления о пространстве, времени, причинности, непрерывности, отвергнуто однозначное противопоставление субъекта и объекта, восприятие оказалось зависимым от сис-

темы отсчета, в которую входят и субъект и объект, способа наблюдения и т.д.)

2. Квантовая механика (она выявила вероятностный характер законов микромира и неустранимый корпускулярно-волновой дуализм в самых основах материи). Стало ясно, что абсолютно полную и достоверную научную картину мира не удастся создать никогда, любая из них обладает лишь относительной истинностью.

Позднее в рамках новой картины мира произошли революции в частных науках: в космологии (концепция не стационарной Вселенной), в биологии (развитие генетики), и т.д. Таким образом, на протяжении XX века естествознание очень сильно изменило свой облик, во всех своих разделах.

Как видно из этих этапов, научная картина мира уточняется и развивается на протяжении многих веков - проникновение в сущность явлений природы - бесконечный, неограниченный процесс, поскольку материя неисчерпаема. С развитием науки представления людей о природе становятся все более глубокими и адекватными, все более отражающими истинное, реальное состояние окружающего мира.

3. Частицы и поля как фундаментальные понятия современной физической картины мира и проблема их онтологического статуса. Проблема реальности виртуальных частиц.

В построении физической картины мира обычно используются все новейшие достижения фундаментальной физики, причём неизменно увязываются масштабность астрофизики и «глубинность» физики вакуума и элементарных частиц.

Обоснованное предположение об информационно-фазовом состоянии среды физического вакуума качественно меняет сами принципы построения физической картины мира.

Всепроникающая информация, образуя единое информационное поле, впервые позволяет рассматривать экспериментальные возможности получения данных о материальных объектах вне Метагалактики.

Неизмеримо возрастают масштабы человеческого познания: от двух форм существования материи – вещества и поля наука приходит к возможности регистрации иных материальных субстанций. Полное естественнонаучное объяснение начинают получать не только явления типа «первовзрыва Вселенной» и «реликтового излучения», скрытой «массы» и взаимосвязи между собой «разлетающихся фотонов», но и, вероятно, основные физические понятия: масса, энергия, заряд, поле, квант и т.д.

Все предпосылки для этого в теории информационно-фазового состояния материальных систем практически уже заложены.

Электромагнитная среда физического вакуума это лишь «световая материя», другие формы существования материи ещё предстоит обнаружить.

Информационно-фазовое состояние физического вакуума вследствие полевой информационной ретрансляции (ПИР) должно обладать свойством, аналогичным «упругости формы», поскольку каждая ячейка электромагнитной среды физического пространства после возмущения должна возвращаться

в исходное положение соответственно своему энергетически кодовому расположению в матрице других ячеек. Если возмущение превышает стабилизационную энергию матрицы ячеек физического пространства, то происходит разрушение матрицы и преобразование электромагнитной среды (например, «рождение пары электрон-позитрон» и т.п.).

Неожиданное и фундаментальное добавление к представлениям, формирующим физическую картину мира, вносит анализ положения Д.И. Менделеева о химическом понимании мирового эфира.

В области классической физики и теории относительности ученые отмечают, что в картине мира современной физики фундаментальную роль играет принцип эквивалентности, согласно которому поле тяготения в небольшой области пространства и времени (в которой его можно считать однородным и постоянным во времени) по своему проявлению тождественно ускоренной системе отсчета.

Принцип эквивалентности следует из равенства инертной и гравитационной масс. В соответствии с этим принципом общая теория относительности трактует тяготение как искривление (отличие геометрии от евклидовой) четырехмерного пространственно-временного континуума.

Ряд выводов ОТО качественно отличаются от выводов ньютоновской теории тяготения. Важнейшие среди них связаны с возникновением черных дыр, сингулярностей пространства-времени, существованием гравитационных волн (гравитационного излучения).

Развитие квантовой механики ослабляет позиции сторонников лапласовского детерминизма.

В области изучения элементарных частиц в современной физике фундаментальную роль играет релятивистская квантовая теория физических систем с бесконечным числом степеней свободы - квантовая теория поля. Эта теория построена для описания одного из самых общих свойств микромира - универсальной взаимной превращаемости элементарных час-

тиц. Для описания такого рода процессов требовался переход к квантовому волновому полю. Квантовая теория поля с необходимостью является релятивистской, поскольку если система состоит из медленно движущихся частиц, то их энергия может оказаться недостаточной для образования новых частиц с ненулевой массой покоя. Частицы же с нулевой массой покоя (фотон, возможно нейтрино) всегда релятивистские, т.е. всегда движутся со скоростью света.

Виртуальная частица — некоторый абстрактный объект в квантовой теории поля, обладающий квантовыми числами одной из реальных элементарных частиц (с массой m), для которого, однако, не выполняется обычная связь между энергией и импульсом ($E^2 \neq m^2 c^4 + p^2 c^2$). Виртуальные частицы не могут «улететь на бесконечность»; они рождаются и обязаны либо поглотиться какой-либо частицей, либо распасться. Можно сказать, что виртуальные частицы — это и есть то, как происходит взаимодействие.

Виртуальность частицы характеризуется релятивистски-инвариантной величиной $Q^2 = E^2 - p^2 c^2 - m^2 c^4$, причём Q^2 может быть как положительной, так и отрицательной величиной. Область значений E и p , при которых виртуальность равна нулю, называется массовой поверхностью или массовой оболочкой частицы.

Хотя масса и энергия виртуальных частиц не ограничены, их существование не нарушает закон сохранения энергии, поскольку время существования виртуальных частиц ограничено принципом неопределённости: чем больше энергия E виртуальной частицы, тем меньшее время t она может существовать. Поэтому в природе могут существовать такие поля, как поле Хиггса и поле слабого взаимодействия, хотя их частицы очень массивны. Однако, радиус действия массивных полей ограничен. Напротив, у безмассовых полей, таких как электромагнитное и гравитационное, время существования виртуальных частиц, а следовательно, и радиус действия, не ограничены.

Часто наличием виртуальных частиц объясняются следующие эффекты:

1. Спонтанная эмиссия фотона в процессе распада возбуждённого атома или ядра; такой распад невозможен по законам обычной квантовой физики и требует дискретизации электромагнитного поля для объяснения,

2. Эффект Казимира, заключающийся во взаимном притяжении или отталкивании незаряженных немагнитных тел под действием квантовых флуктуаций в вакууме; и т.д.

Физический смысл

Виртуальные частицы — это в большей степени математическое явление, чем физическая реальность. Действительно, в квантовой теории поля в точных выражениях для процессов взаимодействия реальных частиц никакие виртуальные частицы не фигурируют. Если же, однако, попытаться упростить точное выражение в рамках теории возмущений, разложив его в ряд по константе взаимодействия (малому параметру теории), то возникает бесконечный набор слагаемых. Каждый из членов этого ряда выглядит так, словно в процессе взаимодействия порождаются и исчезают объекты, обладающие квантовыми числами реальных частиц. Однако эти объекты распространяются в пространстве по закону, отличному от реальных частиц, и поэтому если их трактовать как испускание и поглощение частицы, то придётся принять, что для них не выполняется связь между энергией и импульсом. Таким образом, виртуальные частицы появляются только тогда, когда мы определённым образом упрощаем исходное выражение.

Впрочем, несмотря на некоторую фиктивность понятия «виртуальная частица», во многих случаях это крайне удобный язык для описания взаимодействия. В частности, громоздкость вычисления процессов резко снижается, если предварительно составить правила рождения, уничтожения и распространения этих виртуальных частиц (правила Фейнмана) и изобразить процесс графически, с помощью фейнмановских диаграмм.

Иногда, в целях наглядности, концепцию «виртуальных частиц» поясняют несколько иначе. А именно, говорят, что в процессе взаимодействия закон сохранения энергии выполняется с некоторой погрешностью. Грубо говоря, промежуточные частицы «берут энергию взаймы» на некоторое небольшое время. В этом случае в процессе взаимодействия могут рождаться и исчезать обычные частицы, только с небольшим нарушением закона сохранения энергии.

4. Фундаментальные взаимодействия в физике. Стандартная модель частиц и взаимодействий и ее концептуальные трудности. Физический вакуум и поиски новой онтологии.

Фундаментальные взаимодействия — качественно различающиеся типы взаимодействия элементарных частиц и составленных из них тел.

На сегодня достоверно известно существование четырех фундаментальных взаимодействий: гравитационного, электромагнитного, сильного, слабого.

При этом электромагнитное и слабое взаимодействия являются проявлениями единого электрослабого взаимодействия.

Ведутся поиски других типов фундаментальных взаимодействий, как в явлениях микромира, так и в космических масштабах, однако пока существование какого-либо другого типа фундаментального взаимодействия не обнаружено.

В физике механическая энергия делится на два вида — потенциальную и кинетическую энергию. Причиной изменения движения тел (изменения кинетической энергии) является сила (потенциальная энергия) (второй закон Ньютона). Исследуя окружающий нас мир, мы можем заметить множество самых разнообразных сил: сила тяжести, сила натяжения нити, сила сжатия пружины, сила столкновения тел, сила трения, сила сопротивления воздуха, сила взрыва и т. д. Однако когда была выяснена атомарная структура вещества, стало понятно, что все разнообразие этих сил есть результат взаимодействия атомов друг с другом. Поскольку основной вид межатомного взаимодействия — электромагнитное, то, как оказалось, большинство этих сил — лишь различные проявления электромагнитного взаимодействия. Одно из исключений составляет, например, сила тяжести, причиной которой является гравитационное взаимодействие между телами, обладающими массой.

Первой из теорий взаимодействий стала теория электромагнетизма, созданная Максвеллом в 1863 году. Затем в 1915 г. Эйнштейн сформулировал ОТО, описывающую гравитационное поле. Появилась идея построения единой теории фундаментальных взаимодействий (которых на тот момент было известно только два), подобно тому как Максвеллу удалось создать общее описание электрических и магнитных явлений. Такая единая теория объединила бы гравитацию и электромагнетизм в качестве частных проявлений некоего единого взаимодействия.

В течение первой половины XX века ряд физиков предприняли многочисленные попытки создания такой теории, однако ни одной полностью удовлетворительной модели выдвинуто не было. Это, в частности, связано с тем, что ОТО и теория электромагнетизма различны по своей сути. Тяготение описывается искривлением пространства-времени, и в этом смысле гравитационное поле нематериально, в то время как электромагнитное поле является материей.

Во второй половине XX столетия задача построения единой теории осложнилась необходимостью внесения в неё слабого и сильного взаимодействий, а также квантования теории.

В 1967 году Саламом и Вайнбергом была создана теория электрослабого взаимодействия, объединившая электромагнетизм и слабые взаимодействия. Позднее в 1973 году была предложена теория сильного взаимодействия (квантовая хромодинамика). На их основе была построена Стандартная Модель элементарных частиц, описывающая электромагнитное, слабые и сильное взаимодействия.

Экспериментальная проверка Стандартной Модели заключается в обнаружении предсказанных ею частиц и их свойств. В настоящий момент открыты все элементарные частицы Стандартной Модели, за исключением хиггсовского бозона.

Стандартная модель состоит из следующих положений:

- Всё вещество состоит из 12 фундаментальных частиц-фермионов;

- Кварки участвуют в сильных, слабых и электромагнитных взаимодействиях; заряжённые лептоны (электрон, мюон, тау-лептон) — в слабых и электромагнитных; нейтрино — только в слабых взаимодействиях;

- Все три типа взаимодействий возникают как следствие постулата, что наш мир симметричен относительно трёх типов калибровочных преобразований. Частицами-переносчиками взаимодействий являются:

8 глюонов для сильного взаимодействия;

3 тяжёлых калибровочных бозона для слабого взаимодействия;

один фотон для электромагнитного взаимодействия.

До сих пор все предсказания Стандартной модели подтверждались экспериментально, иногда с очень высокой точностью. Только в последние годы стали появляться результаты, в которых предсказания Стандартной модели слегка расходятся с экспериментом и даже явления, крайне трудно поддающиеся интерпретации в её рамках. С другой стороны, очевидно, что Стандартная модель не может являться последним словом в физике элементарных частиц, ибо она содержит слишком много внешних параметров, а также не включает гравитацию. Поэтому поиск отклонений от Стандартной модели (так называемой «новой физики») — одно из самых активных направлений исследования в последние годы. Ожидается, что эксперименты на коллайдере LHC смогут зарегистрировать множество отклонений от Стандартной модели.

Таким образом, в настоящее время фундаментальные взаимодействия описываются двумя общепринятыми теориями: ОТО и Стандартной Моделью. Их объединения пока достичь не удалось из-за трудностей создания квантовой теории гравитации. Для дальнейшего объединения фундаментальных взаимодействий используются различные подходы: теории струн, петлевая квантовая гравитация, а также М-теория.

5. Проблема пространства и времени в классической механике. Роль коперникантской системы мира в становлении галилей-ньютоновых представлений о пространстве. Понятие инерциальной системы и принцип инерции Галилея. Принцип относительности Галилея, преобразования Галилея и понятие ковариантности законов механики.

В классической механике И. Ньютона представлена новая физич. гравитационная картина мира, опирающаяся на строгие математ. обоснования.

Ее вершиной стала теория тяготения, провозгласившая универсальный закон природы - закон всемирного тяготения — сила тяготения универсальна и проявл. между любыми материал. телами независимо от их конкретных свойств. Ньютон пришел к выводу, что Вселенная является не конечной, а бесконечной. Лишь в этом смысле в ней может сущ-ть множество космич. объектов — центров гравитации. В рамках ньютоновской гравитац. модели Вселенной утверждается представление о бесконеч. пространстве, в кот. находятся космич. объекты, связ. между собой силой тяготения. Раскрывая сущность времени и прос-ва, Ньютон хар-ет их как "вместилища самих себя и всего существующего. Во времени все располагается в смысле порядка последовательности, в пространстве — в смысле порядка положения".

Ньютоновская концепция простр-ва и вр-ни, на основе кот. строилась физич. картина мира, оказалась господст-й вплоть до конца XIX в. Основ. положения этой картины мира, связанные с прост-вом и вр-нем: - пространство считалось бесконечным, плоским, "прямолинейным". Рассм. как абсolut., пустое, однородное и изотропное и выступало в кач-ве "вместилища" матер. тел, как независимая от них инерциальная система; - время понималось абсолютным, однородным, равномерно текущим. Оно идет сразу и везде во всей Вселенной "единообразно и синхронно" и выступает как независим. от матер. объектов процесс длительности. Время сводилось к

длительности, фиксируя определяющее св-во времени показывать продолжительность события. Значение указаний времени считалось абсолютным, не зависящим от состояния движения тела отсчета.

Гелиоцентризм установился только в XVI веке, когда польский астроном Николай Коперник разработал теорию движения планет вокруг Солнца. Результаты своих трудов он обнародовал в книге «О вращениях небесных сфер», изданной в 1543 году. Коперник считал недостатком всех геоцентрических теорий то, что они не позволяют определить «форму мира и соразмерность его частей», то есть масштабы планетной системы.

Продолжателем Коперника стал Кеплер, открывший ряд законов движения планет.

Одновременно с Кеплером трудился Галилео Галилей, оказавший двоякую поддержку гелиоцентрической теории. Во-первых, с помощью изобретённого им телескопа Галилей сделал ряд открытий, либо косвенно подтверждавших теорию Коперника, либо выбивавших почву из-под ног его противников — сторонников Аристотеля:

- Поверхность Луны не гладкая;
- Четыре спутника Юпитера (получивших впоследствии название галилеевых). Тем самым он опроверг утверждение, что Земля не может обращаться вокруг Солнца, поскольку вокруг неё самой обращается Луна: Юпитер заведомо должен был вращаться либо вокруг Земли (как у Птолемея и Аристотеля), либо вокруг Солнца (как у Аристарха и Коперника);
- Смена фаз Венеры, указывавшая, что Венера обращается вокруг Солнца;
- установил, что Млечный Путь состоит из большого количества звёзд, неразличимых невооружённым взглядом, что вполне было совместимо с теорией Коперника, из которой следовала огромная удалённость звёзд;
- открыл солнечные пятна;

Галилей показал, что видимые размеры планет в различных конфигурациях (например, в противостоянии и соединении с Солнцем) меняются в таком соотношении, как это следует из теории Коперника.

Наоборот, при наблюдении звёзд в телескоп их видимые размеры не меняются.

Вторым направлением деятельности Галилея было установление новых законов динамики. Им была открыта инерция и принцип относительности, что позволило устранить традиционные возражения противников гелиоцентризма: если Земля движется, почему мы этого не замечаем?

Инерциальная система отсчёта (ИСО) — система отсчёта, в которой справедлив закон инерции: все свободные тела (то есть такие, на которые не действуют внешние силы или действие этих сил компенсируется) движутся прямолинейно и равномерно или покоятся.

Принцип относ-ти — фунда-ный физ. принцип, согласно которому все физические процессы в инерциальных системах отсчёта протекают одинаково, независимо от того, неподвижна ли система или она находится в состоянии равномерного и прямолинейного движения.

Поскольку в Ньютоновской динамике из кинематических величин именно ускорение играет роль, то довольно предположить, что силы зависят лишь от относительного положения и скоростей физических тел (а не их положения относительно абстрактного начала отсчета), окажется, что все уравнения механики запишутся одинаково в любой инерциальной системе отсчета — иначе говоря, законы механики не зависят от того, в какой из инерциальных систем отсчета мы их исследуем, не зависят от выбора в качестве рабочей какой-то конкретной из инерциальных систем отсчета. Также не зависит от такого выбора системы отсчета наблюдаемое движение тел (учитывая, конечно, начальные скорости). Это утверждение известно как принцип относ-ти Галилея.

Иным образом этот принцип формулируется (Галилей) так: если в двух замкнутых лабораториях, одна из которых равномерно прямолинейно (и поступательно) движется относительно другой, провести одинаковый механический эксперимент, результат будет одинаковым.

Преобр-ия Галилея — в класс. механике преобразования координат и времени при переходе от одной ИСО к другой. Преобр-ия Галилея подразумевают одинаковость времени во всех системах отсчета («абсолютное время») и выполнение принципа относительности.

Если ИСО S движется относительно ИСО S' с постоянной скоростью u вдоль оси x , а начала координат совпадают в начальный момент времени в обеих системах, то преобразования Галилея имеют вид:

$$x' = x + ut, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t$$

(последняя формула остается верной для любого направления осей координат).

Как видим, это просто формулы для сдвига начала координат, линейно зависящего от времени (подразумеваемого одинаковым для всех систем отсчета).

Из этих преобразований следуют соотношения между скоростями движения точки и её ускорениями в обеих системах отсчета: $\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u}$, $\vec{a}' = \vec{a}$

Преобр-ия Галилея являются предельным случаем преобразований Лоренца для малых скоростей (много меньше скорости света).

Требование принципа относ-ти вместе с преобразованиями Галилея, представляющимися достаточно интуитивно очевидными, во многом следует форма и структура ньютоновской механики. Говоря же несколько более формально, они налагают на структуру механики ограничения, достаточно существенно влияющие на ее возможные формулировки, исторически весьма сильно способствовавшие ее оформлению. *Ковариантность* — сохранение форм законов при линейном преобразовании при переходе из одной ИСО к другой.

6. Теоретические, экспериментальные и методологические предпосылки развития галилей-ньютоновских представлений о пространстве и времени.

Для обыденных представлений пространство и время – нечто привычное, известное и очевидное. С самых первых дней после своего появления на свет ребенок начинает осознавать, что существуют разные направления в окружающем его мире.

Понятие о времени также складывается еще в детском возрасте, но позже, чем представление о пространстве.

Таким образом, время – это форма бытия материи, характеризующая последовательность смены состояний и длительности существования любых объектов и процессов. Представление о времени складывается на основе восприятия человеком смены событий, последовательной смены состояний предметов и круговорота различных процессов.

Достаточно быстро человек осознает и то, что пространство и время очень тесно взаимосвязаны друг с другом. Ведь время можно измерять мерой пространства – расстоянием, а расстояние – мерами времени.

Естественно-научные представления о пространстве и времени прошли длинный путь становления и развития. Уже в античности мыслители задумывались над природой и сущностью пространства и времени, хотя их рассуждения носили стихийный, нередко противоречивый характер. Так, для Демокрита пространство ассоциировалось с пустотой, в которой происходит вечное движение атомов. Оно было вместилищем материальных тел. В то же время большинство древнегреческих философов не признавали существования пустоты и тем самым связывали существование пространства с материальными телами, характеристикой которых оно являлось. Эти идеи в завершенной форме были высказаны в «Началах» Евклида, который считал пространство однородным и бесконечным.

Реальное эмпирическое основание и строгое теоретическое описание представления о пространстве и времени обрели в

ходе первой глобальной научной революции и в классической науке Нового времени. Это было связано с развитием механики, которая описывала движение материальных тел, происходящее одновременно в пространстве и времени.

Огромное значение для развития представлений о пространстве и времени имели работы Г. Галилея, который ввел в науку идею инерции и классический принцип относительности. Согласно этим принципам все физические явления происходят одинаково во всех инерциальных системах, покоящихся или движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга.

В результате такие характеристики тел, как длина и время, являются неизменными.

Следующий важный шаг был сделан Р. Декартом, который связал физику и геометрию. Он ввел в науку координатную систему, в которой состояние материального тела описывалось с помощью трех пространственных (длина, ширина, высота) и одной временной координаты. Он же первым стал отождествлять пространство с протяженностью материальных объектов, отрицая при этом существование пустого пространства. Также Декарт связал время с длительностью материальных процессов, с осознанием человеком этой длительности.

Вершиной классического естествознания стало творчество И. Ньютона. Именно он ввел господствовавшие в науке до начала XX в. представления о пространстве и времени, известные как абсолютное пространство и абсолютное время. Это было сделано в его знаменитой книге «Математические начала натуральной философии». В ней Ньютон попытался объединить существующие в науке точки зрения на пространство и время.

В своем описании, с одной стороны, он использовал представления о пространстве и времени как о внешних условиях бытия, в которые помещена материя и которые сохранились бы даже при исчезновении материи. С другой стороны, он сохранял понимание пространства и времени как протяженности

и длительности материальных объектов, существующих во Вселенной.

Раскрывая сущность пространства и времени, Ньютон предлагает различать два типа этих понятий: абсолютные (истинные, математические) и относительные (кажущиеся, обыденные) пространство и время.

Абсолютное пространство предстает как универсальноеместилище себя и всего существующего в мире. Оно безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным.

Относительное пространство есть мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению ее относительно некоторых тел и которая в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное.

Абсолютное время предстает как универсальная длительность любых процессов во Вселенной. Оно само по себе, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно.

Относительное время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами внешняя мера продолжительности. Она употребляется в обыденной жизни вместо истинного математического времени. Это минута, час, день, месяц, год.

Разграничение абсолютного и относительного пространства и времени, произведенное Ньютоном, связано со спецификой человеческого познания, которое происходит на двух уровнях — эмпирическом и теоретическом. На эмпирическом уровне познания человек воспринимает пространство и время через свои органы чувств. Такое познание ограничено способностями познающей личности и не может адекватно передать реальность нашего мира. Лишь находясь на теоретическом уровне познания, человеческий разум способен представить пространство и время как абсолютные, универсальные и инерциальные системы отсчета.

Абсолютное пространство и время Ньютона предстают перед нами в качестве самодовлеющих элементов бытия, существующих вне и независимо от каких-либо материальных процессов, как универсальные условия, в которые помещена материя. Правда, Ньютон считал, что как материя, так и пространство и время подвластны Богу, который является единственной подлинной реальностью.

7. Основные идеи СТО и ОТО А. Эйнштейна. Статус реляционной концепции пространства и времени в теории относительности. Понятие о едином пространственно-временном континууме Г. Минковского

Из преобразований Галилея следует, что при переходе от одной инерциальной системы к другой такие величины, как время, масса, ускорение, сила остаются неизменными, т.е. инвариантными. В то же время координата, скорость, импульс, кинетическая энергия изменяются, т.е. являются вариантными. Инвариантность времени, массы, ускорения и силы при переходе от одной ИСО к другой и отражено в принципе относительности Галилея (механический принцип относительности).

Возникает вопрос: будут ли ИСО равноправны не только с точки зрения механики, но и с точки зрения физики в целом? Всегда ли верны представления классической механики и, в частности, преобразования Галилея? Не является ли эфир, среда в которой распространяется свет «самой лучшей», «абсолютной системой отсчета»?

Большой вклад в решение этого вопроса внесли исследования природы света и законов его распространения (измерение скорости света, опыт Майкельсона и др.).

Принципиально новый подход к вышеупомянутым вопросам предложил Эйнштейн (1879-1955), разработавший в 1905 г. новую теорию пространства и времени, получившую название специальной теории относительности (СТО).

Основу СТО составляют два постулата (принципа):

1. Принцип относительности Эйнштейна. Этот принцип явился обобщением принципа относительности Галилея на любые физические явления. Он гласит: все физические процессы при одних и тех же условиях в ИСО протекают одинаково. Это означает, что никакими физическими опытами, проведенными внутри замкнутой ИСО, нельзя установить, покоится ли она или движется равномерно и прямолинейно. Таким образом, все ИСО совершенно равноправны, а физические за-

коны инвариантны по отношению к выбору ИСО (т.е. уравнения, выражающие эти законы, имеют одинаковую форму во всех инерциальных системах отсчета).

2. Принцип постоянства скорости света. Скорость света в вакууме постоянна и не зависит от движения источника и приемника света. Она одинакова во всех направлениях и во всех ИСО. Скорость света – одна из важнейших физических постоянных, так называемых мировых констант.

Глубокий анализ этих постулатов показывает, что они противоречат представлениям о пространстве и времени, принятым в механике Ньютона и отраженным в преобразованиях Галилея. Действительно, согласно принципу 1 все законы природы, в том числе законы механики и электродинамики, должны быть инвариантны по отношению к одним и тем же преобразованиям координат и времени, осуществляемым при переходе от одной системы отсчета к другой. Уравнения Ньютона этому требованию удовлетворяют, а вот уравнения электродинамики Максвелла – нет, т.е. оказываются не инвариантными. Это обстоятельство привело Эйнштейна к выводу о том, что Уравнения Ньютона нуждаются в уточнении, в результате которого как уравнения механики, так и уравнения электродинамики оказались бы инвариантными по отношению к одним и тем же преобразованиям. Необходимое видоизменение законов механики и было осуществлено Эйнштейном. В результате возникла механика, согласующаяся с принципом относительности Эйнштейна – *релятивистская механика*.

Важнейшим следствием СТО явилась знаменитая формула Эйнштейна о взаимосвязи массы и энергии $E = mc^2$, подтвержденная данными современной физики.

В 1916 г. Эйнштейн опубликовал общую теорию относительности (ОТО), над которой работал в течение 10 лет. ОТО обобщила СТО на ускоренные, т.е. неинерциальные системы. Основные принципы ОТО сводятся к следующему:

- ограничение применимости принципа постоянства скорости света областями, где гравитационными силами можно пренебречь; (там, где гравитация велика, скорость света замедляется);

- распространение принципа относительности на все движущиеся системы.

Из ОТО был получен ряд важных выводов:

1. Свойства пространства-времени зависят от движущейся материи.

2. Луч света, обладающий инертной, а, следовательно, и гравитационной массой, должен искривляться в поле тяготения.

3. Частота света под действием поля тяготения должна смещаться в сторону более низких значений.

В результате этого эффекта линии солнечного спектра должны смещаться в сторону красного цвета, по сравнению со спектрами соответствующих земных источников.

Следует сказать, что ОТО произвела настоящий переворот в космологии. На ее основе появились различные модели Вселенной. Вокруг теории относительности развернулись широкие дискуссии, в которые включились люди разных специальностей, появилось множество научных и научно-популярных книг. Философские дискуссии, так или иначе связанные с идеями СТО и ОТО продолжаются и по сей день.

В истории философии существуют две точки зрения об отношении пространства и времени к материи. Первую из них можно условно назвать *субстанциальной концепцией*. В ней пространство и время трактовались как самостоятельные сущности, существующие наряду с материей и независимо от неё. Соответственно отношение между пространством, временем и материей представлялось как отношение между двумя видами самостоятельных субстанций. Это вело к выводу о независимости свойств пространства и времени от характера протекающих в них материальных процессов.

Вторую концепцию именуют реляционной. Её сторонники понимали пространство и время не как самостоятельные сущности, а как системы отношений, образуемых взаимодействующими материальными объектами. Вне этой системы взаимодействий пространство и время считались несуществующими. В этой концепции пространство и время выступали как общие формы координации материальных объектов и их состояний. Соответственно допускалась и зависимость свойств пространства и времени от характера взаимодействия материальных систем.

В общей теории относительности понятия пространства и времени превращаются в одно. Массивное тело не может существовать, не создавая гравитационного поля, проявляющего себя в искривлении окружающего это тело пространства. В ОТО гравитационное поле и структура, или геометрия, пространства воспринимается как одно и то же понятие. В уравнениях поля Эйнштейна им соответствует одна и та же математическая величина. Следовательно, в теории Эйнштейна вещество не мыслится вне этого гравитационного поля, а гравитационное поле не мыслится без искривленного пространства. Таким образом, вещество и пространство воспринимаются как непрерывно связанные понятия и даже более того, - как взаимосвязанные частицы единого целого.

Пространство и время представляют собой формы, выражающие определенные способы координации материальных объектов и их состояний. Содержанием этих форм является движущаяся материя, материальные процессы, и именно особенности и характер последних определяют их основные свойства. Кроме того, наличие у пространства и времени единого содержания - движущейся материи - указывает и на взаимосвязь между самим пространством и временем, на невозможность их существования абсолютно независимо друг от друга.

В СТО принцип относительности был связан только с ИСО, то ОТО явилась результатом распространения действия

принципа относительности и на неинерциальные системы отсчета. Это в свою очередь привело к установлению тесной зависимости метрических свойств пространства-времени от гравитационных взаимодействий между материальными объектами. В СТО было установлено, что геометрические свойства пространства-времени зависят от распределения в них гравитационных масс.

Считается, что основное философское значение теории относительности состоит в следующем:

1. Теория относительности исключила из науки понятия абсолютного пространства и абсолютного времени, обнаружив тем самым несостоятельность субстанциальной трактовки пространства и времени как самостоятельных, независимых от материи форм бытия.

2. Она показала зависимость пространственно-временных свойств от характера движения и взаимодействия материальных систем, подтвердила правильность трактовки пространства и времени как основных форм существования материи, в качестве содержания которых выступает движущаяся материя.

3. Теория относительности категорически отвергла субъективистские, априористские трактовки сущности пространства и времени, которые противоречили её выводам.

Синтез ранее разделенных понятий пространства и времени в единый четырехмерный пространственно-временной континуум с гиперболической метрикой сблизил СТО с геометрией Лобачевского. Цель Минковского — найти замену для абсолютного пространства и времени, отвергнутых А. Эйнштейном, что он и сделал, выдвинув понятие “абсолютного мира”, позднее понятого как пространство-время. “Отныне пространство само по себе и время само по себе должны обратиться в фикции, и лишь некоторый вид соединения обоих должен еще сохранить самостоятельность”.

8. Теоретические, методологические и экспериментальные предпосылки возникновения ОТО. Роль принципа эквивалентности инерциальной и гравитационной масс в ОТО. Связь материи, пространства и времени в ОТО.

Подобно классической механике, специальная теория относительности также приписывала привилегированное положение «галилеевым» наблюдателям, т. е. наблюдателям, находящимся в системах, движущихся равномерно и прямолинейно. Но что является основанием этого преимущества галилеевых систем отсчета? Ответить на такой вопрос было очень нелегко.

В 1907 г. Эйнштейн приступил к исследованию этого вопроса, начав с критического пересмотра одного факта, хорошо известного классической физике. В классической физике инертная масса тела определяется как постоянное отношение приложенной к ней силы к приобретаемому ускорению, а тяжелая масса определяется как отношение веса тела к ускорению силы тяжести. Очевидно, нет никаких оснований априори считать, что обе определенные так массы равны между собой, поскольку тяготение не имеет никакого отношения к определению инертной массы. Равенство обеих масс (при надлежащем выборе единиц) является опытным фактом, который был установлен Ньютоном в опытах с маятниками, а еще раньше Галилеем в опытах с падающими телами. При падении тел ускорение пропорционально тяжелой массе и обратно пропорционально инертной массе, и поскольку все тела падают с одинаковым ускорением, то обе массы равны. Подобное рассуждение имеется еще у Бальяни, который, отождествляя тяжелую и инертную массы, приходил к выводу о постоянстве ускорения силы тяжести.

В упомянутой работе 1907 г. Эйнштейн показал с помощью наглядных соображений, что равенство тяжелой и инертной масс совсем не случайный факт, что оно носит особый характер, проявляясь как внутреннее свойство гравитационного поля. Эйнштейн пришел к этому выводу с помощью

мысленного опыта, ставшего теперь классическим, опыта со свободно падающим лифтом. Представим себе гигантский небоскреб высотой 1000 км и физика, находящегося внутри свободно падающего лифта в этом небоскребе. Физик выпускает из рук платок или часы и убеждается, что они не падают на пол лифта. Если он сообщает этим вещам толчок, то они движутся равномерно и прямолинейно, пока не столкнутся со стенками лифта. Физик приходит к выводу: я нахожусь в ограниченной галилеевой системе. Условие ограниченности необходимо для того, чтобы можно было считать, что все тела испытывают одинаковое ускорение. Но физик, наблюдающий извне за падением лифта, будет судить о вещах совершенно иначе. Он видит, что лифт и все находящиеся в нем тела движутся ускоренно в соответствии с законом тяготения Ньютона.

Этот пример показывает, что можно перейти от галилеевой системы к ускоренной, если учесть гравитационное поле. Иными словами, гравитационное поле (в котором проявляется тяжелая масса) эквивалентно ускоренному движению (в котором проявляется инертная масса). Тяжелая масса и инертная масса характеризуют одно и то же свойство материи, рассматриваемое по-разному. Таким образом, Эйнштейн пришел к *принципу эквивалентности*: наблюдатель никакими опытами в своей системе отсчета не может различить, находится ли он в гравитационном поле или же ускоренно движется. Для случая мысленного эксперимента со свободно падающим лифтом принцип эквивалентности справедлив в небольшой части пространства, т. е. имеет локальный характер.

Принцип эквивалентности послужил отправной точкой для переработки теории относительности в новую теорию, которую Эйнштейн назвал общей теорией относительности (в отличие от нее прежняя теория была названа специальной).

Основной постулат общей теории относительности заключается в том, что не существует привилегированных систем координат. «Законы физики, — говорит Эйнштейн, — должны

быть таковы по природе, что они должны быть применимы к произвольно движущимся системам отсчета».

Законы физических явлений сохраняют свою форму для произвольного наблюдателя, так что уравнения физики должны оставаться инвариантными не только при лоренцевых, но и при произвольных преобразованиях.

Выведенные отсюда Эйнштейном математические следствия не менее важны, чем следствия из СТО. Они ведут к дальнейшему обобщению понятий пространства и времени. Если кинематическое изменение видоизменяет или уничтожает гравитацию в какой-либо системе отсчета, то ясно, что между гравитацией и кинематикой существует тесная связь. А поскольку кинематика — это геометрия, к которой добавлена еще одна, четвертая переменная — время, то Эйнштейн интерпретирует явления гравитации как геометрию пространства-времени. Отсюда вытекает что, согласно ОТО, наш мир не является евклидовым; его геометрические свойства определяются распределением масс и их скоростями.

В общей теории относительности уравнения гравитации имеют тот же вид, что и уравнения Максвелла (в том смысле, что они описывают изменения гравитационного поля); из них вытекают геометрические свойства нашего неевклидова мира.

В общей теории относительности понятия пространства и времени превращаются в одно. Массивное тело не может существовать, не создавая гравитационного поля, проявляющего себя в искривлении окружающего это тело пространства. Не следует, тем не менее, считать, что поле "наполняет" пространство, и тем самым искривляет его. Одно не может быть отдельным от другого: поле само по себе является искривленным пространством! В ОТО гравитационное поле и структура, или геометрия, пространства воспринимается как одно и то же понятие. В уравнениях поля Эйнштейна им соответствует одна и та же математическая величина. Следовательно, в теории Эйнштейна вещество не мыслится вне этого гравитационного поля, а гравитационное поле не мыслится без искривленного

пространства. Таким образом, вещество и пространство воспринимаются как непрерывно связанные понятия и даже более того, - как взаимосвязанные частицы единого целого.

Пространство и время представляют собой формы, выражающие определенные способы координации материальных объектов и их состояний. Содержанием этих форм является движущаяся материя, материальные процессы, и именно особенности и характер последних определяют их основные свойства. Кроме того, наличие у пространства и времени единого содержания - движущейся материи - указывает и на взаимосвязь между самим пространством и временем, на невозможность их существования абсолютно независимо друг от друга.

Если в СТО принцип относительности был связан только с инерциальными системами отсчета, то общая теория относительности явилась результатом распространения действия принципа относительности и на неинерциальные системы отсчета. Это в свою очередь привело к установлению тесной зависимости метрических свойств пространства-времени от гравитационных взаимодействий между материальными объектами. В СТО было установлено, что геометрические свойства пространства-времени зависят от распределения в них гравитационных масс. Вблизи тяжелых объектов геометрические свойства пространства начинают отклоняться от эвклидовых, а темп течения времени замедляется.

Говоря о том, что теория относительности подтвердила понимание пространства и времени как коренных форм существования материи, нельзя думать, что теория относительности положила конец философским спорам об истолковании пространства и времени. Решив одни проблемы, теория относительности поставила другие. Философские споры вокруг теории относительности возникли сразу же при её создании и не утихают по настоящее время.

Наиболее ретивые последователи А. Эйнштейна и Х.А. Лоренца вообще считают время чуть ли не свойством про-

странства. И опять возникает неоднозначность понятия времени, как отголосок субстанциальных концепций. Время не может быть производным от пространства. Это пространство производно от материи.

9. Концепция геометризации физики на современном этапе. Понятие калибровочных полей. Интерпретация взаимодействий в рамках теории калибровочных полей. Топологические свойства пространства-времени и фундаментальные физические взаимодействия.

Физическая наука всегда была и до сих пор остается одним из основных источников новых теоретических знаний, экспериментальных фактов, производственных технологий. Велика ее роль и в формировании научной картины мира, научного мировоззрения. Начиная с Нового времени, развитие физики шло рука об руку с развитием математики, снабжающей ее точным символическим инструментарием. История физики показывает, что влияние на нее математики временами становилось столь значительным, что идеальные математические конструкции начинали восприниматься учеными как последняя реальность. Особенно это характерно для периодов перестройки физического знания (например, становление теории относительности и квантовой физики в начале XX в.).

В настоящее время процесс математизации физического знания продолжается и углубляется. Ученые стремятся при помощи математических средств обеспечить создание единой теории физической реальности. Одной из ведущих тенденций этого процесса является геометризация физического знания. Философскими следствиями геометризации оказываются различные мировоззренческие и методологические интерпретации современной физики. Они проявляют себя в религиозном мировоззрении, представители которого (например, Ф.Капра, Б.Толкот) сравнивают открытия современной полевой физики с "открытиями" единой души мыслителями древнего Востока, в конвенцио-налистских интерпретациях физического знания (А.Грюнбаум, К.Коппер), структурализме (Т.Башляр, М.Яти), неоплатонизме (которому был подвержен, например, В.Гейзенберг), неокантианстве (К.Ф. фон Вайцзеккер, школа П.Лоренцена), в различных социологических концепциях научного знания (П.Фейерабенд, Т.Кун).

В этой связи нельзя не видеть того, что нерешенность ряда методологических и мировоззренческих проблем, которые ставит перед развитием физики все более широкое использование в ней математического, в частности геометрического, аппарата, сдерживает прогресс этой науки. Среди таких проблем: проблемы онтологического статуса физического пространства и времени, многообразные философские проблемы физической реальности и физического объекта, проблемы соотношения логического, математического и собственно физического в структуре физического знания, проблемы общности различных метатеоретических принципов в физике (принципов соответствия, относительности, сохранения, ковариантности, симметрии, инвариантности и т.д.). В любом случае суть дела здесь связана с тем, что в программах геометризации физики место материи, материальной субстанции занимают математические структуры. Высказывается убеждение, что в физическом мире "нет ничего, кроме пустого, искривленного пространства", что "физика есть геометрия" (Дж.А.Уилер). Такого рода убеждения представляют собой, пожалуй, наиболее емкое концептуальное выражение программы геометризации и потому требуют тщательного философско-методологического анализа. Специфика этой программы заключается в том, что в ней богатство методологических возможностей сочетается с идеалистическими мировоззренческими выводами.

Калибровочная инвариантность — инвариантность прогнозов теории относительно (локальных) калибровочных преобразований. Требование калибровочной инвариантности — одно из ключевых положений физики элементарных частиц. Именно через калибровочную инвариантность удастся согласованным образом описать в Стандартной модели электромагнитное, слабое и сильное взаимодействия.

Для описания физ. мира на основе кван. механики надо ввести новое физическое поле, которое «чувствует» то внутреннее пространство, в котором мы производим фазовые вра-

щения. В результате, при локальных фазовых вращениях у нас преобразуются как волновые функции, так и новое поле, причём так, что изменения в уравнениях за счёт них компенсируют, «калибруют» друг друга. То есть квантовая механика с дополнительным новым полем стала калибровочно инвариантна.

Например, инвариантность относительно вращений кварков в цветовом пространстве приводит к тому, что сильные взаимодействия тоже можно описать как калибровочные поля. Слабые взаимодействия отдельно описать как калибровочные не получается, однако существует неожиданно изящный метод описания электромагнитного и слабого взаимодействий одновременно как двух разных проявлений некоторого калибровочного электрослабого поля.

Таким образом, получается, что все фундаментальные взаимодействия выводятся на основании калибровочной инвариантности. С точки зрения построения физической теории, это крайне экономная и удачная схема.

В Стандартной модели существует три типа калибровочных бозонов: фотоны, W - и Z -бозоны и глюоны. Каждый тип соответствует одному из трех описываемых в рамках Стандартной модели взаимодействий: фотоны — калибровочные бозоны электромагнитного взаимодействия, W - и Z -бозоны переносят слабое взаимодействие, а глюоны переносят сильное взаимодействие. Из-за конфайнмента (Конфайнмент — явление в физике элементарных частиц, состоящее в невозможности получения кварков в свободном состоянии, поскольку в экспериментах наблюдаются только агрегаты кварков, состоящие из двух (мезоны) или трёх (барионы) кварков) изолированные глюоны не появляются при низких энергиях. Впрочем, при низких энергиях возможно наблюдение массивных глюоболов (час-цы не содержащие кварков), существование которых на 2010 год экспериментально не подтверждено.

Особняком стоит гравитационное взаимодействие. Оно также оказывается калибровочным полем, причём общая тео-

рия относительности как раз и является калибровочной теорией гравитационного взаимодействия. Однако она формулируется, во-первых, не на квантовом уровне, и до сих пор непонятно, как именно проквантовать её, а во-вторых, пространством, в котором мы производим вращения, является наше привычное четырёхмерное пространство-время, а не внутреннее пространство симметрии взаимодействия.

Топология пространства-времени: концепции: теория искривления пространства, гипотеза многомерности пространства и др.

Время — это последовательное изменение параметров системы, в силу невозможности существования параллельно взаимоисключающих событий. В самой природе мироздания заложено стремление к хаосу — энтропия, таким образом, этот вектор и предопределил существование времени, как меры изменения вселенной, в силу последовательного протекания взаимозависимых процессов.

Пространство это область существования (движения) материи — энергии — времени, в пределах влияния всех видов существующих взаимодействий между ними.

Электромагнитная волна распространяется, когда изменение одного поля возбуждает в соседних областях пространства переменное поле другого вида. Сам факт существования пространства обуславливается общим для вселенной электромагнитным "фоном", вне которого пространства не существует.

Пространство-время неразрывны, по сути, и изменяются градиентно в той или иной ординате вселенной, в зависимости от напряженности гравитационных полей.

Фундаментальные взаимодействия — качественно различающиеся типы взаимодействия элементарных частиц и составленных из них тел.

На сегодня достоверно известно существование четырех фундаментальных взаимодействий: гравитационного, электромагнитного, сильного, слабого.

При этом электромагнитное и слабое взаимодействия являются проявлениями единого электрослабого взаимодействия.

Ведутся поиски других типов фундаментальных взаимодействий, как в явлениях микромира, так и в космических масштабах, однако пока существование какого-либо другого типа фундаментального взаимодействия не обнаружено.

10. Детерминизм и причинность философии физики. Концепция индетерминизма и ее роль в физическом познании

Детерминизм - философское учение об объективной закономерной взаимосвязи и взаимообусловленности явлений материального и духовного мира. Центральным ядром Д. служит положение о существовании причинности, т. е. такой связи явлений, в которой одно явление (причина) при вполне определенных условиях с необходимостью порождает, производит другое явление (следствие).

Современный Д. предполагает наличие разнообразных объективно существующих форм взаимосвязи явлений, многие из которых выражаются в виде соотношений, не имеющих непосредственно причинного характера, т. е. прямо не содержащих в себе моментов порождения, производства одного другим. Сюда входят пространственные и временные корреляции, те или иные ассоциации, функциональные зависимости, отношения симметрии и т.п. Особенно важными в современной науке оказываются вероятностные соотношения, формулируемые на языке статистических распределений и статистических законов. Однако все формы реальных взаимосвязей явлений в конечном счёте складываются на основе всеобщей действующей причинности, вне которой не существует ни одно явление действительности, в том числе и такие события (называемые случайными), в совокупности которых выявляются статистические законы. Применительно к различным областям знания общие принципы Д. специфицируются.

Принципиальным недостатком прежнего, домарксистского, Д. было то, что он ограничивался одной непосредственно действующей причинностью, к тому же трактуемой чисто механистически; в нём отрицалась объективная природа случайности, вероятность выводилась за пределы Д., статистические связи принципиально противопоставлялись материальной детерминации явлений. Связанный с метафизическим материализмом прежний Д. не мог быть последовательно реализован

в ряде важных отраслей науки о природе. Ядром марксистской концепции социального Д. является признание закономерного характера общественной жизни. Это не означает, что ход истории предопределён заранее и осуществляется с фатальной необходимостью. Законы общества, определяя основную линию исторического развития, вместе с тем не предопределяют многообразия деятельности каждого отдельного индивида. В общественной жизни постоянно складываются различные возможности, осуществление которых во многом зависит от сознательной деятельности людей. Д., т. о., не только не отрицает свободы, но, напротив, предполагает способность человека к выбору мотивов и целей деятельности.

Д. противостоит *индетерминизм*, отказывающийся от признания причинности вообще или по крайней мере её всеобщности. Стимулом для оживления индетерминистических воззрений в 1-й четверти 20 в. послужил факт возрастания в физике роли статистических закономерностей, наличие которых было объявлено опровергающим причинность. Однако диалектико-материалистическая трактовка соотношения случайности и необходимости, категорий причинности и закона, развитие квантовой механики, раскрывшей новые виды объективной причинной связи явлений в микромире, показали несостоятельность попыток использовать наличие вероятностных процессов в фундаменте микромира для отрицания Д.

Принцип Д. служит руководящим началом во всех областях научного знания, эффективным орудием постижения истины.

Причинность - генетическая связь между отдельными состояниями видов и форм материи в процессах её движения и развития. Возникновение любых объектов и систем и изменение их характеристик (свойств) во времени имеют свои определяющие основания в предшествующих состояниях материи. Эти основания называются причинами, а вызываемые ими изменения — следствиями (иногда — действиями).

11. Системные представления о физических объектах.

Типология систем в физике

СФКМ – системно-физическая концепция мира.

Другие названия концепции: "ФЕР – физика единой реальности", "системная физика".

Являет собой новейшую методологию познания, принципиально новый ("вертикальный") стиль теоретического мышления.

В качестве основного приёма использует синтез системных и "вакуумных" представлений.

В качестве основного инструмента использует системно-вакуумный теоретический конструктор (как альтернативу атомно-молекулярному теоретическому конструктору).

Это концепция, более материалистическая, чем диалектический материализм, в ней отсутствуют "идеальные" объекты, мышление здесь так же материально, как атом.

Содержит возможность оптимального решения религиозной проблематики, возможность создания единой религии как приложения основной концепции. Таким образом, здесь изначально отсутствует противостояние религии и науки.

Концепция способна обеспечить выход из развивающегося глобального кризиса и обеспечить тысячи лет гармоничного развития человеческой цивилизации.

Такую науку можно определить одновременно как физику с философским уровнем обобщений и как философию, построенную по канонам естественной науки.

Основная задача заключается в построении принципиально новой методологии познания – системно-физической методологии.

Замена атомно-молекулярного теоретического конструктора на системно-вакуумный теоретический конструктор позволяет построить универсальный язык описания действительности, единый понятийно-категориальный аппарат для всех направлений познания. Само построение принципиально новой общей методологии познания можно рассматривать как

поворот мировоззренческой плоскости, взгляд на мир под другим углом зрения. Это предполагает категорический отказ от представлений традиционного познания (но не самих фактов, добытых познанием), переформатирование всего понятийного аппарата (точнее — аппаратов, превращение их в единый понятийный аппарат).

Пример: традиционное определение массы — мера инертных и гравитационных свойств тел. В СФКМ масса определяется как амплитуда колебания сложного локального возбуждения физического вакуума, которое и является здесь телом. Ясно, что подобное переопределение обуславливает необходимость переопределения не только понятий традиционной физики, но и вообще всех понятий, из которых состоит человеческое знание. Их необходимо (в соответствии с требованием основного постулата — постулата структурности реальности) переопределить и "сшить" в новую непротиворечивую логическую структуру. Работа сложная, и в одиночку вряд ли осуществимая. Отношение "официальной" науки к подобного рода идеям общеизвестно. Поэтому оптимальным выходом из ситуации кажется создание некой виртуальной "Лаборатории системной физики" или виртуального же "НИИ системной физики".

12. Концепция самоорганизации и термодинамика открытых неравновесных систем И. Пригожина

Постулат о способности материи к саморазвитию в философию был введен достаточно давно. А вот его необходимость в фундаментальных естественных науках (физике, химии) начали осознавать только сейчас. На этой волне и возникла теория самоорганизации. Ее разработка началась несколько десятилетий назад.

Самоорганизация - в самом общем понимании означает самодвижение, самоструктурирование, самодетерминацию природных, естественных систем и процессов.

Концепция самоорганизации – последняя в ряду интегративных, холистических теорий человечества, начиная с античной натурфилософии до средневековой философии алхимии, прерванной механистической картиной мира три века назад, и вновь начавшей свое возрождение в 20 веке.

Идея самоорганизации материи - категорически междисциплинарное направление в современной науке, ищущее единство материальных, лингвистических, социальных, экономических, психических, биологических явлений и процессов.

Теория самоорганизации знаменует сдвиг в парадигме научности знания от редукционистского видения Мира к холистическому, целостному его восприятию. Это означает отказ от антропоморфного характера науки в пользу идеи естественности. Картину Мира теории самоорганизации формирует идея - одни и те же законы природы, действующие в целостном Миров, привели к появлению как простых материальных объектов, так и через системы органической природы к появлению человека до сложных социальных образований.

В настоящее время самоорганизация развивается по нескольким направлениям, ее основными концепциями являются синергетика (Г. Хакен), неравновесная термодинамика (И.Р. Пригожин).

Брюссельская школа лауреата Нобелевской премии И.Р.

Пригожина развивает термодинамический подход к самоорганизации с точки зрения диссипативных структур, раскрывающую исторические предпосылки и мировоззренческие основания теории самоорганизации.

В последние десятилетия родилась новая наука — физика неравновесных процессов, связанная с такими понятиями, как самоорганизация, диссипативные структуры, необратимость. «Искусственное может быть детерминированным и обратимым, - пишут И. Пригожин и И. Стенгерс, - естественное же непременно содержит элементы случайности и необратимости».

Исследование парадокса времени заставило И. Пригожина рассмотреть проблему центральной роли «законов природы». Он считает отождествление науки с поисками «законов природы» самой оригинальной концепцией западной науки. Прототипом универсального закона природы служит закон Ньютона, который детерминистичен (коль скоро начальные условия известны, можно предсказывать движение) и обратим во времени (между предсказанием будущего и восстановлением прошлого нет никакого различия). Границы физики значительно расширились с начала XX века, однако основные характеристики закона Ньютона — детерминизм и обратимость во времени — сохранились. На протяжении всей истории западной мысли неоднократно возникал один и тот же вопрос: как следует понимать новое, играющее центральную роль в мире, управляемым детерминистическими законами? Очевидно, настало время видоизменить само понятие физических законов так, чтобы включить в фундаментальное описание природы необратимость, события и стрелу времени.

Основательный пересмотр формулировки законов природы стал возможен благодаря замечательным успехам, связанным с идеями неустойчивости и хаоса. С их помощью разрешимы сопутствующие парадоксу времени квантовый и космологический парадоксы. Теперь возможна реалистическая интерпретация квантовой теории.

И. Пригожин убежден, что его подход приводит к более согласованному и единообразному описанию природы. Между фундаментальными законами физики и всеми остальными уровнями описания, включающего в себя химию, биологию и гуманитарные науки, существовал разрыв. Новая перспектива, которая открывается благодаря объединяющей роли хаоса, глубоко трансформирует связь между науками. Однако ученый предостерегает от искушения создать «теорию всего на свете»: унифицирующий элемент, вводимый хаосом, соответствует концепции открытого эволюционирующего мира, в котором, по словам Поля Валери, «время есть конструкция». Суть «диалога с природой», который связывается с научным пониманием, заключается в том, чтобы превратить хаос в новое орудие исследования ситуаций, до сих пор остававшихся вне досягаемости физики.

Термодинамика неравновесных процессов вместе с теорией диссипативных структур, развиваемые биофизиком И. Пригожиным, Ю. Климонтовичем и другими применяется теперь не только в физике, но и экологии. Есть даже успешные попытки их использования в социологии, языкознании, психологии, педагогике.

13. Философские проблемы квантовой механики

Планетарная модель атома, предложенная Резерфордом, оказалась неустойчивой с точки зрения классической электродинамики Фарадея-Максвелла. Движение отрицательно заряженного электрона вокруг положительно заряженного ядра должно было быть равноускоренным, следовательно, согласно уравнениям Максвелла, связывавшим излучение электромагнитных волн с ускоренным движением электростатических зарядов, электрон, находясь в атоме, должен был непрерывно излучать энергию в виде электромагнитных волн. Вместе с тем, спектры атомов, в том числе спектр атома водорода, изученный к тому времени наиболее тщательно, указывали, что атомы излучают в диапазоне строго определенных длин волн, да и то не всегда. Если бы электроны в атомах подчинялись уравнениям Максвелла, то электрон, излучая электромагнитные волны, терял бы энергию и, в конце концов, упал бы на ядро. Надо было что-то менять. Вероятно, физики отказались бы от планетарной модели, если бы еще в 1900 году Макс Планк не сформулировал квантовую теорию излучения, согласно которой энергия передается от излучателя к реципиенту не непрерывно, а отдельными порциями или квантами. К 1911 году, т.е. к моменту проведения Резерфордом своих знаменитых опытов, на основе которых была сформулирована планетарная модель атома, идея Планка уже принесла обильные плоды в физике, ибо на ее основании были объяснены такие, казалось бы, загадочные явления, как спектр абсолютно черного тела и фотоэффект. Ученик Резерфорда Нильс Бор, вдохновленный успехами квантовой теории, решил применить ее к планетарной модели атома. Так родилась квантовая механика.

Квантовая механика по сути отказалась от всех основных принципов классической механики, сформулированной некогда Оремом, Галилеем, Декартом и Ньютоном. Прежде всего, квантовая механика упразднила принцип непрерывности, столь важный для новоевропейской науки и философии. Что

касается последней, то для нее отказ от принципа непрерывности, рассматриваемого Лейбницем в качестве основополагающего, был так же губителен, как в свое время для схоластики отказ от концепций материи и формы. Поскольку диалектический материализм был всецело основан на принципах новоевропейской философии, в том числе на столь ценимом Гегелем принципе непрерывности, то квантовая теория в 1920-е годы привлекла к себе пристальное и, в целом, враждебное внимание советских философов. Сложилась ситуация, аналогичная той, что имела место с генетикой и теорией относительности. К числу “непоколебленных” М. Планк отнес такие принципы, как 1) закон сохранения энергии; 2) закон сохранения импульса; 3) принцип наименьшего действия; 4) три начала термодинамики. К числу принципов, оказавшихся опровергнутыми, М. Планк отнес 1) неизменность химических атомов; 2) взаимную независимость пространства и времени; 3) непрерывность всех динамических процессов.

После ознакомления с работами М.Планка А. Тимирязев предлагает ни больше ни меньше как снова ввести в физику принцип непрерывности, от которого создатели квантовой теории решительно отказались.

Но квантовая теория оказалась для марксистов твердым орешком. Отказ от принципа непрерывности был не единственным сюрпризом, который преподнесла квантовая теория марксистским философам. В 1927 году немецкий физик Вернер Гейзенберг сформулировал так называемый принцип неопределенности, указывавший на предел точности наших знаний о координате и скорости частицы и фактически приведший к отказу от понятия траектории. Примерно в то же время австрийский физик Э. Шредингер ввел понятие волновой функции, описывавшей положение квантового объекта в пространстве и во времени, заменившей, таким образом, прежнее понятие траектории. Когда, однако, попытались понять, что представляет собой волновая функция, то выяснилось, что квадрат модуля волновой функции дает нам не что иное, как

вероятность обнаружения частицы в данной точке пространства в данный момент времени. Одно из самых интересных следствий теории Шредингера заключалось в том, что с некоторой вероятностью квантовый объект мог находиться там, куда, с точки зрения классической механики, он вообще не мог попасть (потенциальный барьер). Основываясь на этих неожиданных следствиях из теории Шредингера, русский физик Георгий Гамов предложил теорию альфа-радиоактивности, в рамках которой последняя объяснялась как туннельный эффект, т.е. преодоление альфа-частицей потенциального барьера, мешающего ей покинуть ядро. С позиций классической физики альфа-радиоактивность, детально описанная Марией Кюри, казалась необъяснимой загадкой, так как исходная кинетическая энергия альфа-частиц, согласно расчетам, оказывалась значительно ниже высоты потенциального барьера, создаваемого ядерными силами. Это наглядный пример непредсказуемости поведения квантовых объектов. Естественно, что это также противоречит новоевропейской философии, утверждающей, что каждая причина приводит к однозначному следствию.

Надо сказать, что не одни лишь марксисты были ввергнуты в недоумение этим неожиданным следствием квантовой теории. Дело в том, что учение о жесткой связи между причиной и следствием (детерминизм) наряду с принципом непрерывности составлял одну из догм новоевропейской философии уже со времен Спинозы. Ясно, что не только марксистам были дороги принципы новоевропейской философии. Например, А. Эйнштейн, никогда не сочувствовавший марксистам, зато большой поклонник философии Спинозы, был задет неожиданным для него выводом о непредсказуемости квантовых эффектов и вступил по этому поводу в длительную полемику с Н. Бором. В данном случае, однако, сама природа поддержала Н. Бора и других создателей квантовой механики в их споре с Эйнштейном: туннельный эффект, экспериментально наблюдаемый и не оставляющий никакой лазейки для предска-

зуюмости, в точности описывался уравнением Шредингера. Впоследствии выяснилось, что туннельный эффект играет ключевую роль в ядерных реакциях, происходящих в недрах Солнца, так что этому чудесному эффекту мы в буквальном смысле слова обязаны своей жизнью. Эйнштейн, впрочем, оказался непоколебим в своей приверженности Спинозианскому детерминизму, но физики, привыкшие следовать за природой, а не за философскими догмами, в данном случае Эйнштейна не поддержали. Зато позиция Эйнштейна неожиданно нашла союзников в лице марксистов, которые в непредсказуемости квантовых событий усмотрели зловещий для себя призрак “свободы воли”.

Для марксистов происходящее в науке давно стало напоминать “чертовщину”, поскольку путало все их планы, заключавшиеся в том, чтобы сделать науку своим союзником в борьбе с религией и воскресающей схоластической философией.

14. Постмодернистское понимание истины. Неоднозначность термина «объективность» знания. Проблема объективности в физике.

ИСТИНА — понятие, подвергающееся своего рода деонтологизации (потеря глубинных интуитивных осмыслений и чувства предметной значимости того, что именуется знанием) в неклассической философии. И. лишается объективного статуса и мыслится как форма психического состояния личности (Кьеркегор), как ценность, которая "не существует, но значит" (Риккерт), феномен метаязыка формализованных систем (Тарский), спекулятивный идеальный конструкт (Н.Гартман) и др. В контексте философии жизни и философской герменевтики (теория и методология истолкования текстов), дистанцирующих объяснение и понимание как взаимно исключающие когнитивные стратегии, феномен И. оказывается принципиально несовместимым с научным номотетическим (на выявление общих закономерностей) методом (Гадамер) и реализует себя сугубо в контексте языковой реальности, что практически трансформирует проблему истинности в проблему интерпретации. Параллельным вектором неклассической трактовки И. выступает позитивизм, в контексте которого И. также трактуется как феномен сугубо языкового ряда, конституируясь в контексте проблемы верифицируемости. В современной философии постмодерна проблема И. является фактически не артикулируемой, поскольку в качестве единственной и предельной предметности в постмодернизме выступает текст, рассматриваемый в качестве самодостаточной реальности вне соотнесения с внеязыковой реальностью "означаемого". В философском пространстве постмодернизма осуществляется "теоретический сдвиг", приведший к акцентуации вопроса "о формах дискурсивных практик, артикулирующих знание" (Фуко). Трактую познание как предельно удаленное от постулатов классической метафизики, Фуко обозначает статус И. в качестве своего рода "эффекта" ("эффект И."), который возникает в результате когнитивного волевого усилия (через проце-

дуру фальсификации. В контексте радикального отказа от презумпции бинаризма и, в частности, от бинарной оппозиции субъекта и объекта, постмодернизм видит свою программу в отказе от "зеркальной теории познания", согласно которой "представление понимается как воспроизведение объективности, находящейся вне субъекта", в силу чего для философии классического типа "главными ценностными категориями... являются адекватность, правильность и сама Истина" (Джеймисон).

В связи с этим в контексте постмодернистской философии трансформируется понимание когнитивного процесса как такового: по оценке Тулмина, "решающий сдвиг, отделяющий постмодернистские науки современности от их непосредственных предшественников — модернистских наук, — происходит в идеях о природе объективности", заключающейся в переориентации с фигуры "бесстрастной точки зрения индифферентного наблюдателя" к фигуре "взаимодействия участника". Концепция истины артикулируется в постмодернистской концепции дискурса как концепция "игр истины". В отличие от предшествующей гносеологической традиции, центрированной именно вокруг понятия И., осмысленного не только в когнитивном, но и в аксиологическом ключе, постмодернистская модель познавательного процесса отнюдь не характеризуется подобной центрацией, — в постмодернистской системе отсчета И. воспринимается сугубо операционально: И. рассматривается как "совокупность правил, в соответствии с которыми истинное отделяют от ложного и связывают с истинным специфические эффекты власти" (Фуко).

Важнейшим аспектом рассмотрения И. в постмодернизме выступает поэтому аспект социально-политический: в основе любых постмодернистских аналитик И. всегда лежит та презумпция, что, по словам Фуко, "истина принадлежит этому миру, в нем она производится при помощи многочисленных принуждений, и в нем она имеет в своем распоряжении регулярные эффекты власти".

Объективность — независимость суждений, мнений, представлений и т.п. от субъекта, его взглядов, интересов, вкусов, предпочтений и т.д. О. означает способность непредвзято и без предрассудков вникать в содержание дела, представлять объект так, как он существует сам по себе, независимо от субъекта. О. предполагает освобождение от «наблюдателя», выносящего суждение о мире и всегда исходящего из определенной точки зрения.

Глубокий пересмотр научных знаний о Вселенной, начавшийся в XX в., переход от ньютоновской к релятивистской космологии, от прежних механических моделей небесных тел, рассматривавшихся в статике, к теориям и моделям эволюционирующих физических систем — поставили в естествознании вопрос: являются ли знания о Вселенной объективными в своем содержании? Это философский, эпистемологический вопрос, и ответ на него определяется мировоззренческой позицией исследователя. Следует отметить неоднозначность самого термина «объективность». В нем слиты понятия об объектности описания (термин Э. Шрёдингера), т.е. описание реальности самой по себе, без отсылки к наблюдателю, и проблемы объективности в смысле адекватности теоретического описания реальности.

А.А. Фридман считал ответ на этот вопрос очевидным. Он неоднократно подчеркивал, что космология — это попытка описания свойств реального мира или, выражаясь словами самого Фридмана, «нашей Вселенной». Совершенно иные точки зрения были высказаны Дж. Джинсом и А. Эддингтоном. Джинс выдвинул концепцию ментализма, согласно которой существует «математическая гармония» между разумом исследователя Вселенной и создавшего ее «Великого Архитектора». Этим и объясняется, что наиболее простые и совершенные математические законы ближе всего к реальности. Наблюдатель располагает знанием не объективного, а лишь наблюдаемого поведения космических систем. Достоверность же этого знания оценивается несовершенным разумом иссле-

дователя. Чаще всего мы упорядочиваем наши теории в свете вероятностей.

Значительным влиянием пользовалась в свое время концепция «селективного субъективизма» Эддингтона, которая резко отделяет математическую гармонию научных теорий от свойств Вселенной.

Изложенные эпистемологические аргументы заслуживают серьезного внимания. В частности, мы до сих пор не знаем, какова природа «непостижимой эффективности математики» в естественных науках, о которой говорил Е. Вигнер. Важное значение имеют и вероятностные оценки знания. Но дает ли это основание замыкать научное знание в самом себе, полностью разрывая его с существующим в не нас природным миром? Этот вопрос не может быть решен путем логического доказательства или опровержения. К числу важнейших средств научного познания принадлежит также интуиция, которую широко использовали классики естествознания разных эпох. Многим из них интуиция подсказывает необходимость признания как объектности, так и объективности научного знания.

Против самой постановки вопроса об отношении знаний о Вселенной к объективной реальности выступили позитивисты. Например, Г. Мак-Витти считает, что раз в науке происходит смена теорий, каждая из которых сначала как будто соответствует эмпирическим данным, а затем опровергается новыми фактами или, во всяком случае, требует существенного видоизменения, значит, теория есть просто систематизация опытных данных. Вопрос же об их отношении к объективной реальности - это «псевдovoпрос», он лишен смысла. Такая эпистемологическая установка по-своему понятна, логически неопровержима, она пользовалась широким влиянием. Но интуитивно значимым аргументом против нее выступает известный факт: в диалоге природы и человека часто возникают совершенно неожиданные образы мира, никем не предсказанные, нередко с большим трудом поддающиеся объяснению.

Природа ведет себя крайне независимо от тех наших догм, которые не были в достаточной мере обоснованными. Эта неожиданность и непредсказуемость новых знаний, особенно поражающая нас в исследованиях Вселенной за последние годы, является достаточно веским, хотя и внелогическим аргументом в пользу существования независимого от нас природного мира, который буквально вынуждает исследователя расставаться с иллюзорными представлениями, заменяя их объективными и все более адекватными образами. Поскольку духовная и материально-практическая деятельность в ходе взаимодействия с природой носит характер диалога человека с ней, а научные знания неотделимы от этих взаимодействий, оно и не замыкается само в себе.

Один из самых неожиданных сюрпризов преподнесло науке о Вселенной обнаружение так называемого парадокса массы. Выяснилось, что массы галактик и их скоплений, определяемые разными методами, резко различаются между собой. По современным оценкам, совокупная масса наблюдаемых во Вселенной объектов (барионного вещества) составляет примерно 2—5% массы Метагалактики или даже еще значительно меньше. Остальное — «скрытая масса», природа которой пока неизвестна. Это одна из самых больших «туч», нависших над наукой о Вселенной, и вместе с тем самых перспективных проблем, с которыми она сталкивается. Выходит, что все наши знания о Вселенной основаны на изучении лишь ничтожной части физических форм материи; за ее пределами — безбрежный океан неизвестного. Но следует ли отсюда, что объективность системы знаний о Вселенной вновь поставлена под сомнение? Нет, астрономы, как бывало уже не раз, убедились только в ограниченности этих знаний, не полностью адекватных природе существующих во Вселенной объектов. Необходимо их замена более адекватными неисчерпаемой реальности мира. Астрономия обнаруживает тип объектов Вселенной, совершенно не похожих на те, которые были известны прежде. Они обладают необычными, еще не изученными

свойствами. Изучение этих объектов будет «навязывать» нам новые знания о природе, возможно, более неожиданные, чем все, известное до сих пор.

Часто говорят, что только Абсолютный наблюдатель, находящийся вне мира (Бог), имеет исчерпывающие знания о реальности (Абсолютную истину) и способен сравнивать с ней научные образы реальности. Аргумент об Абсолютном наблюдателе мы находим, например, у Х. Патнэма; по его словам, «не существует точки зрения Бога, которую мы можем знать или можем представить; существуют только разнообразные точки зрения конкретных людей, отражающие их разнообразные интересы и цели, которым служат теории и описания». Патнэм считает само собой разумеющимся, что ни одна из этих точек зрения не имеет преимуществ перед другими, никак не выделена и все они равноправны. Но за неимением Абсолютного наблюдателя эту идею можно видоизменить, представив как бы ее «ослабленный вариант». Для сравнения различных концептуальных теорий достаточно, чтобы такой наблюдатель мог изучать их, находясь вне человеческой культуры.

Конечно, сейчас эпистемологический эксперимент такого рода выглядит полуфантастическим. Тем не менее, в отличие от обращения к Абсолютному наблюдателю, он не представляется совсем безнадежным. Шансы на его проведение невелики, но при современном уровне наших знаний все же отличны от нуля. При всем возможном различии между концептуальными системами космических цивилизаций, которые формируются в несовпадающих социокультурных контекстах, нельзя заранее исключать существование некоторых когнитивных инвариантов между ними. Фундаментальные законы и теории, входящие в состав систем знаний разных цивилизаций, выступали бы частными случаями упомянутых когнитивных инвариантов.

15. Теория и опыт в физике. «Теоретическая нагруженность» экспериментальных данных и теоретически нейтральный язык наблюдения.

В курсе физики часто используются понятия: эксперимент, гипотеза, теория, модель, закон.

Каждая наука определяется не только предметом изучения, но и специфическими методами, которые она применяет. Основным методом исследования в физике является опыт – наблюдение исследуемых явлений в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений, многократно воспроизводить его при повторении этих условий.

Наиболее широко в науке используется *индуктивный метод*, заключающийся в накоплении фактов и последующем их обобщении для выявления общей закономерности – гипотезы. На следующем этапе познания ставят специальные эксперименты для проверки гипотезы. Если результаты эксперимента не противоречат гипотезе, то последняя получает статус теории.

Однако научное познание нельзя представлять в виде механического процесса накопления фактов и осмысления теорий. Это творческий процесс.

Теории никогда не выводят непосредственно из наблюдений, напротив, их создают для объяснения полученных из опыта фактов в результате осмысления этих фактов разумом человека. Например, к атомистической теории, согласно которой вещество состоит из атомов, ученые пришли вовсе не потому, что кто-либо реально наблюдал атомы. Представление об этом было создано творческим разумом человека. Аналогичным образом возникли и такие фундаментальные теории, как специальная теория относительности (СТО), электромагнитная теория света и закон всемирного тяготения Ньютона.

Великие научные теории, как творческие достижения, можно сравнить с великими творениями литературы и искусства. Однако, наука всё же существенно отличается от других видов творческой деятельности человека, и основное отличие

состоит в том, что наука требует проверки своих понятий или теорий — её предсказания должны подтверждаться экспериментом. Действительно, тщательно поставленные эксперименты представляют собой важнейшую задачу физики.

История свидетельствует о том, что созданные теории, отслужив свой срок, сдаются в архив, а им на смену приходят новые теории.

В некоторых случаях новая теория принимается учеными потому, что её предсказания согласуются количественно с экспериментом лучше, чем прежняя теория. Во многих случаях новую теорию принимают, когда, по сравнению с прежней теорией, она позволяет объяснить более широкий класс явлений. Например, построенная Коперником теория Вселенной с центром на Солнце не описывала движение небесных тел более точно, чем построенная ранее Птолемеем теория Вселенной с центром на Земле. Однако, теория Коперника содержит некоторые новые важные следствия. В частности, с её помощью становилось возможным определение порядка расположения планет Солнечной системы и расстояний до них; для Венеры были предсказаны фазы, аналогичные лунным.

Весьма важным в любой теории является то, насколько точно она позволяет получить количественные данные. Например, СТО Эйнштейна почти во всех обыденных ситуациях дает предсказания, которые крайне слабо отличаются от предшествующих теорий Галилея и Ньютона, но она приводит к более точным результатам в предельном случае высоких скоростей, близких к скорости света.

Пытаясь понять и объяснить определенный класс явлений, ученые часто прибегают к использованию *модели*. При этом под моделью понимают некоторый мысленный образ явления, опирающийся на уже известные понятия и позволяющий построить полезную аналогию.

Примером может служить волновая модель света. Световые волны нельзя наблюдать подобно тому, как мы видим волны на воде, однако результаты опытов со светом указыва-

ют на его большое сходство с волнами на воде. Другой пример – модель атома, которую много раз строили и усовершенствовали.

Модельное представление всегда строится на основе какого-либо закона. Законом называют некоторые краткие, но достаточно общие утверждения относительно характера явлений природы (таково, например, утверждение о сохранении импульса). Иногда подобные утверждения принимают форму определенных соотношений между величинами, описывающими явления

Для того чтобы называться законом, утверждение должно выдержать экспериментальную проверку в широком классе наблюдаемых явлений. Т.е. закон представляет объединяющее начало для многих наблюдений. Это ведущий принцип, который высвечивает закономерности явлений природы.

Таков путь развития знания. Однако известны случаи, когда путь открытия был противоположным описанному. Это так называемый *дедуктивный метод*, когда на основе общих закономерностей выделяются частные явления. Так, на основе закона всемирного тяготения, Лаверье в 1848 г. открыл планету Нептун, а Тамбо в 1930 г. – Плутон.

Под *теоретической нагруженностью* эмпирического познания (опыта) обычно понимается та или иная его зависимость от теоретического уровня научного знания.

Теоретическая нагруженность эмпирического познания нарастает при движении от наблюдения через измерение к эксперименту.

Уже в наблюдении присутствует некоторая гипотеза об объекте наблюдения, дана цель наблюдения, на основе которой субъект избирательно начинает относиться к чувственным восприятиям, явно или неявно выделяя из них те, которые в большей степени соответствуют его гипотезам и целям. Затем необходимо отметить тот существенный факт, что наблюдение всегда предполагает некоторый язык со своей системой понятий и смыслов. Такая система напоминает своего рода

сеть, которая улавливает лишь то, что способно с нею вступить в контакт, обнаружить соответствие. Так наблюдение обнаруживает свою зависимость от теоретического познания и его социокультурного окружения.

Все такие аргументы можно было бы повторить и в отношении измерения и эксперимента. Но здесь возникают дополнительные факторы теоретической нагруженности. В измерении важную роль играют разного рода шкалы. Но шкала предполагает задание определенной математической структуры со своим множеством элементов, предикатами и операциями. Например, порядковая шкала предполагает определение отношения порядка, интервальная шкала — операции сложения, и т.д.

В итоге невозможно говорить о некотором «чистом» эмпирическом знании, совершенно независимом от знания теоретического, от культуры, языка и общественных отношений. Всякий фрагмент человеческой жизни тесно взаимодействует со всеми другими ее частями, все бытие представляет из себя сеть взаимных влияний. Развитие идей сетевой модели рациональности, циклической причинности, о которой речь шла выше, проявляет себя в критике разного рода «абсолютных оснований», которые якобы только определяют все иное, но сами ничем не определяются. Все определяет все, все проникает во все. Развитие темы теоретической нагруженности эмпирического познания — одно из проявлений методологии всеобщей взаимосвязи, которая особенно выходит на первый план в современной науке, начиная со второй половины 20-го века.

16. Роль математики в развитии физики. Математика как язык физики. Три этапа математизации: феноменологический, модельный, фундаментально-теоретический

Каждый из нас впервые обнаруживал мощь математических рассуждений в их простейшей форме, когда знакомился с числами и их использованием.

Роль изучения математики в развитии логического мышления, несомненно, невозможно переоценить. Важной вехой были достижения Древней Греции, в которой одновременно с непревзойденным процветанием искусств предпринимались попытки построить математическую науку на фундаменте четко сформулированных логических принципов, причем эти попытки оказались настолько успешными, что и сейчас вызывают наше восхищение и представляют собой вечный вызов.

Осознание роли математики как руководящего принципа в натурфилософии также восходит к времени древних греков. Всем известно, как подчеркивал Пифагор, важность простых численных соотношений в музыкальной гармонии и в космологии или какую роль в изучении правильных многогранников сыграло стремление Платона к идеалу красоты и совершенства.

Освобождение от аристотелева подхода к динамике, как известно, впервые произошло в эпоху Возрождения, когда Галилей осознал элементарный характер равномерного движения и применимость представления о воздействии силы лишь к случаям изменения такого движения. На этой основе Ньютон построил чудесное здание классической механики, которая благодаря своему могуществу и широте, а также удобству выполнения математических расчетов стала идеальным образцом научного описания и привела к так называемой механистической картине природы. Кроме того, из аналитической геометрии Декарта возник очень удобный математический инструмент в виде дифференциального исчисления, в которое сам Ньютон, в равной мере выдающийся физик и математик, внес столь фундаментальный вклад.

Это революционное развитие породило чрезвычайно тесную связь между физическими и математическими исследованиями; открытия в физике стимулировали работу математиков, а математические абстракции и обобщения в свою очередь способствовали прояснению физических проблем. В качестве типичного примера можно вспомнить, как изучение явления теплопроводности побудило Фурье заняться разработкой гармонического анализа, который до наших дней остается важным разделом чисто математических исследований и в то же время оказывается все в большей степени незаменимым инструментом во многих областях физики. Мы можем также упомянуть взаимосвязь между фундаментальными результатами Фарадея в области электричества и магнетизма и теорией Максвелла электромагнитных полей, которая вызвала развитие таких математических дисциплин, как векторный и тензорный анализ, оказавшихся столь полезными во многих разделах физической науки.

Очень внушительный обзор мощных средств, которыми располагают сегодня физики благодаря изобретательной деятельности математиков прошлых столетий, представлен в великолепном трактате Куранта и Гильберта о методах математической физики. В этом труде, неоценимом для каждого студента, ясно излагаются логические обобщения, оказавшиеся исключительно плодотворными не только для изучения разнообразнейших проблем в рамках классической физики, но и способствовавшие прояснению новых вопросов, с которыми мы столкнулись в ходе современного развития физической науки.

Осознание того, в какой степени описание физического явления зависит от точки зрения наблюдателя, не вызвало замешательства или затруднений, но побудило заняться выяснением фундаментальных физических законов, общих для всех наблюдателей. Вряд ли необходимо напоминать об открытии Эйнштейном универсального соотношения между массой и энергией или глубоком переосмыслении идей Ньютона на ос-

нове подчеркивания эквивалентности действия гравитационных полей и ускорения системы с точки зрения наблюдателя. Общая теория относительности, которая расширила наш кругозор и придала нашей картине мира такое единство, какого ранее нельзя было и вообразить, несомненно, является одним из величайших триумфов рационального человеческого мышления.

Несмотря на все эти новые особенности, в теории относительности оказалось возможным сохранить и даже уточнить детерминистическое описание, характерное для классической физики. Однако в последние десятилетия в результате исследований атомной структуры материи, проведение которых стало возможным на основе новейших достижений экспериментальной техники, обнаружилась внутренняя ограниченность самого представления о причинности.

Большой прогресс химии и физики за последние столетия сделал атомистические идеи еще более плодотворными; в частности, оказалось возможным разработать методы математической статистики для описания усредненного поведения систем, состоящих из большого числа частиц, и таким образом объяснить эмпирически установленные законы термодинамики. Важным шагом в этом направлении было выяснение Больцманом общего соотношения между понятием энтропии и вероятностью того, что такая система характеризуется определенной степенью упорядоченности.

Это огромное достижение явилось ключом к анализу закономерностей теплового излучения, который был проведен Планком и в первый год нашего столетия привел его к эпохальному открытию универсального кванта действия. Это открытие Планка, говорившее о том, что все физические процессы характеризуются несвойственными механистической картине природы чертами прерывности, вскрыло тот факт, что законы классической физики являются идеализациями, которые применимы к описанию явлений лишь тогда, когда участвующие в них величины размерности действия достаточно ве-

лики, чтобы можно было пренебречь величиной кванта. В то время как в явлениях обычного масштаба это условие выполняется с большим запасом, в атомных процессах мы сталкиваемся с закономерностями совершенно нового типа, которые не укладываются в рамки наглядного детерминистического описания.

Принципиальная неделимость соответствующих квантовых явлений находит свое логическое выражение в том факте, что всякая попытка четко определенного подразделения потребовала бы таких изменений в экспериментальной установке, которые сделали бы невозможным наблюдение самого явления. В этих условиях не удивительно, что результаты наблюдений явления с помощью различных экспериментальных установок кажутся противоречащими друг другу, когда их пытаются совместить в единую картину. Такие явления можно назвать дополнительными в том смысле, что они представляют собой равнозначные аспекты доступных нам сведений относительно атомных объектов и лишь в совокупности исчерпывают эти сведения. Понятие дополнительности не подразумевает произвольного отказа от привычных нам требований, предъявляемых ко всякому физическому объяснению, но просто связано с нашим положением в качестве наблюдателей в этой новой области.

Пользуясь терминологией квантовой механики, можно сказать, что некоммутативность символических операторов прямо отражает взаимную несовместимость экспериментальных установок, которые позволяли бы производить точное измерение соответствующих физических величин. Более того, взаимное ограничение применимости кинематических и динамических величин в квантовомеханическом описании состояния физической системы находит количественное выражение в соотношениях неопределенности Гейзенберга, которые, как оказалось, имеют фундаментальное значение для выяснения физической ситуации, особенно в отношении пределов при-

менимости обычных классических представлений о причинности.

Для всякого, кто в течение многих лет имел дело с трудностями и парадоксами квантовой физики, глубокое удовлетворение доставляет то обстоятельство, что такая степень логической стройности достигается с помощью тонких методов, предлагаемых математической наукой. Поистине радостно видеть, как огромное количество экспериментальных результатов, относящихся к атомным и молекулярным спектрам, химической связи и радиоактивным процессам, в течение нескольких лет было детально объяснено и сведено воедино с простейшими данными об инертных массах и электрических зарядах частиц, из которых состоят все атомы.

В общих чертах та роль, которую играла математика в естествознании в течение многих веков, привела нас к осознанию того, что никакое соотношение не может быть определено вне соответствующих логических рамок и что всякая кажущаяся дисгармония в описании наших знаний может быть устранена лишь с помощью расширения системы понятий. Эти обстоятельства, хорошо знакомые математикам и сразу бросающиеся в глаза при изучении основ их науки, развитие физики выдвинуло в форме, находящей себе применение во многих областях человеческого познания и интересов, в которых мы сталкиваемся с подобными же ситуациями при анализе и синтезе опытных данных.

Современная методология науки выделяет *три этапа математизации знаний*: математическая обработка эмпирических (экспериментальных) данных, моделирование и относительно полные математические теории.

Первый этап - это математическая, почаще всего конкретно количественная обработка эмпирических (экспериментальных) данных. Это этап выявления и выделения чисто феноменологических функциональных взаимосвязей (корреляций) между входными сигналами (входами) и выходными реакциями (откликами) на уровне целостного объекта (явления,

процесса), которые наблюдают в опытах с объектами-оригиналами. Данный этап математизации имеет место во всякой науке и может быть определён как этап первичной обработки ее эмпирического материала.

Второй этап математизации знаний определим как модельный. На этом этапе некоторые объекты выделяются (рассматриваются) в качестве главных, базовых (фундаментальных), а характеристики (атрибуты), свойства и характеристики остальных объектов исследования объясняются и выводятся исходя из значений, определяемых первыми (назовем их оригиналами). Второй этап математизации характеризуется ломкой старых теоретических концепций, бесчисленными попытками ввести новейшие, более глубочайшие и фундаментальные. Таковым образом, на "модельном" этапе математизации, т.е. этапе математического моделирования, осуществляется попытка теоретического воспроизведения, "теоретической реконструкции" некого интересующего исследователя объекта-оригинала в форме другого объекта - математической модели.

Третий этап - это этап относительно полной математической теории данного уровня организации материи в данной либо рассматриваемой предметной области. Третий этап предполагает существование логически полной системы понятий и аксиоматики. Математическая теория даёт методологию и язык, пригодные для описания явлений, действий и систем различного назначения и природы. Она даёт возможность преодолевать узость мышления, порождаемую специализацией.

17. Философские проблемы информатики. Понятие информации: генезис и современные определения. Материя, энергия, информация как фундаментальные категории современной науки.

В ряду обобщенных характеристик развития человечества в XX столетии следует назвать прежде всего такой феномен, как появление компьютеров и начало формирования информационных обществ. Процесс компьютеризации и информатизации протекает неравномерно в разных странах и регионах, однако в целом он продвинулся уже настолько, что стало возможным подвести некоторые итоги и заглянуть в будущее. Компьютеризация всех сфер человеческой деятельности выступает сегодня и как важнейшая задача общества, и как императив социального развития. Без решения этой задачи невозможны гуманистические преобразования, экономическое развитие общества, способное обеспечить достойную жизнь всем своим гражданам. Именно с таких позиций рассматриваются философские проблемы информатики в работах наших ученых, опубликованных в последнее время.

Процесс компьютеризации и медиатизации за последние полтора десятилетия особенно интенсивно протекал в США и Японии. К сожалению, в нашей стране дело обстоит хуже. Но объективные требования общественного развития в этой области достаточно ясно выявлены, проанализированы и сформулированы. Здесь мы воспользуемся разработками А.М. Ракитова, который выделяет ряд характеристик информационного общества.

1. Доступность информации. Для любого человека и любой организации в любое время должна быть доступна любая информация.

2. Реальное обеспечение доступности информации, в первую очередь техническое; информационные технологии современного уровня должны быть произведены в таких объемах, чтобы легко выполнялись требования пункта первого.

3. Производство информации в объемах, необходимых и достаточных для обеспечения жизнедеятельности и развития общества во всех его частях и направлениях. Особое и важнейшее место в производстве информации должна занимать наука. Собственная научная база — необходимое условие национальной независимости и социального прогресса.

4. Ускоренная автоматизация и роботизация во всех сферах производства и управления.

5. Преимущественное развитие сферы информатизационной деятельности и услуг, с тем чтобы не менее 50% занятого населения трудилось в этих областях. Разумеется, что сфера материального производства будет выдавать необходимую продукцию высокого качества в требуемых объемах при регулярном сокращении занятых в ней людей.

Совокупность всех этих признаков свидетельствует, по мнению А.И.Ракитова, о том, что мы имеем дело с обществом, которое можно оценить как информационное общество. Оценка развития того или иного общества по уровню его информационной культуры может быть обращена и в прошлое, но главное, конечно, это объективная оценка настоящего и тенденций общественного развития на ближайшее будущее, ибо отсюда должны делаться выводы, определяющие наиболее существенные пути и средства социального развития.

Процессы информатизации и медиатизации приобретают глобальный характер. Какие факторы определили появление вида человека «человек разумный»? — ставит вопрос Масуда (директор Японского института информационного общества). И называет следующие три.

1. Развитие лобных долей мозга, благодаря чему была обеспечена возможность человеческого мышления.

2. Развитие речевого аппарата, благодаря чему была обеспечена возможность звуковой коммуникации.

3. Развитие кисти руки, благодаря чему была обеспечена возможность осуществлять производственную деятельность.

Какие возможности появляются у современного человека?

1. Человеческая способность к мышлению с помощью мозга значительно усиливается за счет включения в систему мышления компьютеров.

2. Средства коммуникации делают качественный скачок за счет современных телекоммуникативных систем, использующих компьютерную технику, спутниковую связь, волоконную оптику и другие современные технологии.

3. Автоматизация и роботизация современного производства дает возможность колоссального количественного и качественного роста материального производства.

Чем дальше, тем больше интеллектуальная деятельность становится главным видом человеческой деятельности. Масуда полагает, что новые технологии повлекут за собой кардинальные изменения в ценностных ориентациях людей. Из узких, прямых, эгоистичных они превратятся в такие этические ориентиры, которые будут учитывать интересы всего человечества. Благодаря информатизации всех видов деятельности и возникновению нового интеллектуального человека, утверждает Масуда, современное общество превратится в полицентрическое глобальное общество, основанное на коллективизме и соревновании.

Конечно, в этой концепции достаточно ясно проступают элементы социальной утопии. Однако было бы ошибкой на этом основании отвергать сам подход к изучению и оценке новых тенденций в развитии современного общества. Более того, стремление законсервировать старые, изживающие себя формы производственной, политической и других видов социальной деятельности обрекает общество на отставание и деградацию.

Рассматривая последствия внедрения информационных технологий, надо отметить, что меняется характер труда. К мощи собственного мозга присоединяется мощь общечеловеческого интеллекта, сконцентрированная в программах, вводимых в компьютеры. К тому же и сама практическая деятельность, в частности в области материального производства,

становится существенно иной, ибо робототехника и автоматизация производства меняет положение человека-работника в системе производства, снимая с его плеч функцию придатка к той или иной машине, конвейерной линии и т.п.

Поскольку главной разновидностью труда в обществе становится труд, то распределение работников по местам их работы начинает существенно меняться. Оказывается, что совсем не обязательно «ходить на работу». Предприятию, фирме, да и обществу в целом оказывается экономически более выгодным вложить средства в оборудование рабочего места для служащего не «на работе», а у него дома.

Новые информационные подходы позволяют несколько изменить оценки истории культуры. Разные исторические эпохи в развитии культуры можно связать с технологией хранения и передачи *информации*.

Развитие современных информационных технологий привело к формированию нового понятия — виртуальная реальность. Это то, что вы можете видеть, слышать, переживать посредством персонального компьютера и глобальной компьютерной сети. Так что можно говорить о появлении еще одной формы бытия — это новое «рукотворное», а точнее, машинно-информационное бытие, выработанное и активно развиваемое современным человечеством.

В нашей жизни мы сталкиваемся с понятием информации повсюду (СМИ, ИТ etc.), но точного определения нет.

Считается, что термин "информация" начинает появляться в науке после работ Шеннона. Это не совсем так. Изначально понятие возникает в сфере изучения процессов массовой коммуникации. Попытки изучения феномена информации начинают появляться в журналистике, причиной чего стало развитие СМИ в XX веке.

Вводится разделение содержательной и формальной стороны информации.

Эффект информационного воздействия зависит не только от содержания, но и от формы.

Начинают обсуждаться проблемы источников информации, восприятия, ценности информации.

Понятие информации не возникло в технических науках, его содержание было заимствовано из гуманитарных наук, из обыденного сознания. В естественных науках начинают устанавливать различного рода связи, занимаются формализацией.

Предпосылки возникновения теории информации Шеннона: учение об энтропии, исследования в области лингвистики, связанные с изучением частоты использования букв в языке и слов в текстах, практика телеграфных сообщений, использование мнемокодов и других сокращений телеграфистами, закон психо-физического восприятия Вебера-Фехнера — связь между интенсивностью ощущения и силой вызывающего его раздражителя.

Три основных положения в теории информации Шеннона:

- информация растет с ростом неожиданности сообщения
- уже известное сообщение не несет новой информации
- информация суммарного сообщения равна сумме информационных составляющих его сообщений

Шеннон учитывает только синтаксический аспект понятия информации (совсем не затрагивая семантический и прагматический аспект). Информация — мера новизны неожиданности, характеризуется обратной вероятностью. А поэтому, важно понимать, что нужно крайне осторожно использовать шенноновские понятия в других областях.

Делались и другие попытки охарактеризовать понятие информации. Одними из первых семантический смысл информации раскрывается Р. Карнапом и Бар-Хиллелом. Содержание информации определяется как некоторые факты, подтверждающие индуктивную гипотезу. Степень подтверждения гипотезы = количество семантической информации, содержащееся в гипотезе относительно достоверное знание (эмпирические данные). Этих товарищей критиковали за бедный получающийся язык, за абсолютизирование вероятностных представлений.

Другая попытка построения теории информации была у Ю. Шрейдера. Она позволяет оценивать количественно смысловое значение знаков при помощи тезауруса. Количество семантической информации сообщения предлагается измерять степенью изменения тезауруса после получения этого сообщения.

Ценность понятия информации возрастает в связи с задачами управления. В 60-е гг. появляются кибернетические варианты определения ценности информации. Но все эти определения не имеют никакого отношения к определениям Шеннона. Т.о., сталкиваемся с некоторым своеобразным феноменом — понятие информации начинает встречаться почти в любой области знаний, но универсального определения нет.

Философские определения:

наиболее удачным являются определения через теорию отражения:

информация — результат отражения реальности в сознании человека, представленный на некотором внутреннем языке;

информация — отраженное многообразие.

Основной философский вопрос — существование информации в живой и неживой природе.

Материя — философская категория для обозначения объективной реальности, которая отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них (объективно).

Материя является обобщением понятия материального и идеального, в силу их относительности. Тогда как термин «реальность» носит гносеологический оттенок, термин «материя» носит онтологический оттенок.

Понятие материи является одним из фундаментальных понятий материализма и в частности такого направления в философии, как диалектический материализм.

Атрибутами материи, всеобщими формами её бытия являются движение, пространство и время, которые не существуют вне материи.

Фридрих Энгельс выделил *пять форм движения материи*: физическая; химическая; биологическая; социальная; механическая.

Универсальными *свойствами материи* являются: несотворимость и неуничтожимость, вечность существования во времени и бесконечность в пространстве, материи всегда присущи движение и изменение, саморазвитие, превращение одних состояний в другие, детерминированность всех явлений, причинность — зависимость явлений и предметов от структурных связей в материальных системах и внешних воздействий, от порождающих их причин и условий, отражение — проявляется во всех процессах, но зависит от структуры взаимодействующих систем и характера внешних воздействий. Историческое развитие свойства отражения приводит к появлению высшей его формы — абстрактного мышления

Универсальные *законы существования и развития материи*: Закон единства и борьбы противоположностей, Закон перехода количественных изменений в качественные, Закон отрицания отрицания.

Материя — фундаментальное физическое понятие, связанное с любыми объектами, существующими в природе, о которых можно судить благодаря ощущениям.

Физика описывает материю как нечто, существующее в пространстве и во времени (в пространстве-времени) — представление, идущее от Ньютона (пространство —местилище вещей, время — событий); либо как нечто, само задающее свойства пространства и времени — представление, идущее от Лейбница и, в дальнейшем, нашедшее выражение в ОТО Эйнштейна. Изменения во времени, происходящие с различными формами материи, составляют физические явления. Основной задачей физики является описание свойств тех или иных видов материи (вещество, поле, темная материя) и ее взаимодействия.

Энергия — скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения материи и мерой пе-

перехода движения материи из одних форм в другие. Введение понятия энергии удобно тем, что в случае, если физическая система является замкнутой, то её энергия сохраняется во времени. Это утверждение носит название закона сохранения энергии.

С фундаментальной точки зрения энергия представляет собой интеграл движения (то есть сохраняющуюся при движении величину), связанный, согласно теореме Нётер, с однородностью времени. Таким образом, введение понятия энергии как физической величины целесообразно только в том случае, если рассматриваемая физическая система однородна во времени.

Таким образом из рассмотрения понятий материи, энергии и информации приходим к выводу, что все они являются фундаментальными категориями современной науки, в частности физики и философии.