
ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МЕТОДИКА ФИЗИКИ

METHODOLOGY OF PHYSICS

УДК 530.145

К.М. Арынгазин, Э.К. Мусенова, Т.Е. Сейсембекова, П.А. Кисабёкова

*Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан
(E-mail: pika_1666@mail.ru)*

Физические и геометрические идеи как закон единства противоположностей

В статье проанализированы возможности геометрии и геометрических идей в описании физической действительности и пояснении того, что геометрические идеи — это необходимость или случайность. Отмечено, что в построении физической теории наблюдаются два противоположных направления. Физико-геометрические соотношения, т.е. взаимодействие физики с геометрическими идеями, в методологическом отношении могут быть охарактеризованы диалектической логикой познания. Показано, что через физико-геометрические взаимодействия можно раскрыть содержание природных явлений и предметно-чувственного отношения к ним человека, а через системы понятий познать диалектику физической теории. Эти две тенденции внутренне взаимосвязаны и обусловлены. Раскрытие сущностной природы физико-геометрического взаимодействия помогает познать смысл таких понятий, как сохранение, симметрия, инвариантность, эквивалентность и другие структурно-содержательные элементы теории. Они обуславливают геометрические и динамические свойства внутреннего содержания физических процессов, дают основания для иного теоретического описания, рассматривающего уже не динамику физических процессов, т.е. законов изменения параметров состояния под действием сил различной природы, а определенные типы пространственной и временной симметрии, связанной с сохранением той или иной динамической характеристики.

Ключевые слова: геометрические идеи, математический аппарат, теоретическая физика, физическая теория, закон единства противоположностей.

Новые научные идеи не сразу воспринимаются во всей их полноте и сущности. Рожденные обычно в сложной математической форме, они лишь постепенно раскрывают нам свое общее физическое и мировоззренческое значение. Даже специалисты, владеющие математическим аппаратом, не всегда сразу и не всегда правильно улавливают глубокий смысл, скрытый за математическими формулами и идеями сущности, хотя эти идеи и формулы полученных законов используются в повседневной работе. Кроме того, всегда в этих идеях, законах присутствуют противоречащие сложившемуся стереотипу моменты, которые мешают мышлению. Для правильного понимания, описания и объяснения нужен мыслящий разум. По этому поводу Гегель писал: «Мыслящий разум заостряет, так сказать, притупившееся различие разного, простое многообразие представления, до существенного различия, до противоречивости».

Отсюда следует, что требуется философский анализ логики предложенного метода для лучшего раскрытия смысла. Необходимость философского, логико-методологического анализа проблемы теоретической физики также выдвигается развитием самой теоретической физики как науки о сложных процессах природы, картины мира. Ее развитие носит сложный, неоднозначный и противоречивый характер. Это обусловлено: во-первых, процессом дифференциации и интеграции теоретической физики; во-вторых, изменением математического аппарата с развитием теории; в-третьих, расширением области ее исследования. Например, если раньше старались рассматривать теоретическую физику в различных аспектах, дифференцированно, то сейчас идет объединение разделов, имеется тенден-

ция скорейшего единого описания всех форм взаимодействий. В связи с этим выдвигаются новые математические методы описания природы. Расширилась ее область исследования. Если раньше она рассматривала движение макроскопических тел, электромагнитные явления, молекулярные процессы и элементарную квантовую механику, то сейчас объектами ее исследования стала область от микромира до Вселенной и сильные, слабые и гравитационные взаимодействия (здесь имеется в виду предмет общего курса теоретической физики).

Думая о математике и ее проблемах, Гильберт писал: «Перед нами встает вопрос, предстоит ли математике когда-нибудь то, что с другими науками происходит с давних пор, не распадется ли она на отдельные частные науки, представители которых будут едва понимать друг друга и связь между которыми будет поэтому становиться все меньше». Такое опасение существует сейчас и по поводу теоретической физики. Настолько широк сейчас диапазон теоретической физики и ее методов, что мы стали не понимать друг друга.

Можно понять состояние педагогов, ученых-теоретиков, все более теряющих ориентировку в теоретической физике, которую они сами же преподают. Более того, ни один теоретик-физик не в состоянии проследить развитие теоретической физики во всех подробностях, даже если он посвятит этому всю свою деятельность. Кроме того, сам физический объект и положения теории очень часто не корректируются с предметно-чувственной реальностью, и педагог-теоретик поэтому не видит объективной действительности, которую этот объект отражает.

Сейчас происходит превращение теоретической физики в скопление автономных дисциплин, не взаимосвязанных между собой. Чтобы этого не произошло, чтобы теоретическая физика стала единым организмом, всеобщей для всех разделов теорией, нужен, нам кажется, некоторый принцип, создающий единый механизм. Таким принципом может служить единство физико-геометрического взаимодействия как закон единства противоположностей. В пользу такого подхода говорит тот факт, что физическая теория рождается только тогда, когда физическая реальность, снабжаясь геометрическими идеями, описывается законами геометрических преобразований.

Перед физиками-теоретиками постоянно встает вопрос, почему эмпирическая физическая действительность всегда совпадает с математической операцией, что их объединяет и делает единым? Ответ нам кажется один — это физико-математическое проявление, проявление диалектического закона единства противоположностей.

Крупнейший физик современности Фейнман в своей знаменитой лекции пишет: «Языком физики является математика, физику нельзя перевести ни на какой другой язык. И если вы хотите узнать природу, оценить ее красоту, то нужно понимать язык, на котором она разговаривает» [1]. Здесь ясно подмечена связь физики и математики. Особенность физики заключается в том, что она всегда пользуется математическими величинами и символами, а не механизмами, поэтому физика должна быть математической. Эти величины приходят в движение, изменение в результате физических отношений. При этом математика должна выбрать те отношение и взаимодействие, где быстрее происходят изменения этих величин и символов, и там устанавливать созвучные с природой законы физики. Математика обладает таким «даром», что она объясняет, **как** материальные объекты движутся, а не **почему**. Она подсказывает и другие явления. Математика не только язык, но и логика, орудие для размышления, организатор рассуждения. Она применяется все больше там, где происходит самый сложный физический процесс.

Галилей писал: «Философия написана в той величественной книге, которая постоянно открыта у нас перед глазами (я имею в виду Вселенную), но которую невозможно понять, если не научиться предварительно ее языку и не узнать те письмена, которыми она начертана. Ее язык — язык математики, а письмена эти суть треугольники и другие геометрические фигуры, без которых невозможно понять в ней ни единого слова».

Анализируя теоретическую физику, приходим к выводу, что нет ни одного раздела, ни одной имеющей достаточного значения теории и нет закона, где не применялись бы язык математики, геометрии и геометрические идеи. Возникает естественный вопрос, что это — случайность или закономерность? Нам кажется, ответ надо искать в единстве физико-геометрической природы, т.е. в их противоположностях. Первое — их единство в том, что обе они обладают структурой, теоретико-множественностью, расчлененностью, количественностью, пространственностью, функциональностью и другими свойствами. Второе — сама математика не способна осознать, выделить свой собственный предмет, объект как срез объективной действительности. Для этого необходимо выйти за пределы математического познания и рассмотреть саму математику в составе другого объекта. Ана-

логично можно говорить и о физике, которая, только выходя из себя за пределы и воспользовавшись взаимодействием с математическим объектом, может познать себя. Третье — математика является человеческой деятельностью, а наука — мерой, показателем вовлечения природы в человеческую деятельность, значит, физическая теория рождена в результате соединения природного, физического бытия с человеческим бытием, т.е. соединением физической реальности и геометрических идей.

Далее, математика отражает вполне определенную сторону объективной реальности, рассматривая ее методом упрощений, абстракций и отображений количественные отношения и пространственные формы. Специфика математики состоит в том, что для нее безразлично, какое отношение имеют эти количественные и пространственные формы к их содержанию. Математику более ближе делает к физической реальности еще и то, что она действует через геометрию. Математика и геометрия отличаются тем, что если математика исследует всевозможные количественные отношения и пространственные вещи, то геометрия исследует определенные количественные отношения и пространственные формы вещей. А это имеет существенное значение для физики.

Второй существенный момент. Физика действует там, где идет процесс, движение и когда объект имеет физический смысл. Например, атом имеет физический смысл в том случае, когда происходит излучение и поглощение энергии атомом, а в стационарном состоянии он превращается в геометрический объект. Значит, объект приобретает физический смысл в том случае, когда физические и геометрические идеи составляют единую целостность, описывают объект и явление совместно как процесс.

Многие считают, что классическая механика и теория относительности являются чисто геометрическими теориями. Это неверно. Геометрия, как форма существования материи, формирует физику, и природа без геометрии не описуема. Одностороннее описание природы, т.е. чисто геометрически или чисто физически, всегда приводит к выдвиганию не существующих в природе предположений, например, эфира, теплорода и других.

Согласно диалектико-материалистической концепции математика представляет собой теоретическое, систематическое, дедуктивно организованное выражение определенного рода предметной деятельности. Реальное содержание предметной деятельности математики в теоретической физике состоит в том, что она есть деятельность измерения и отождествления, т.е. геометризация физического процесса. Простейшими примерами могут служить измерения пространственных размерностей вещей математического мира с помощью какого-то предмета, который принят за единицу длины. Через измерение, отождествление можно сопоставить количественные отношения и пространственные формы одного физического объекта с другим, основные свойства которого предстают в этом процессе как эталон и мера измеряемого, отождествляемого физического объекта.

Предмет математики — количественные образы, обращающиеся не в природной, а в человеческой, прежде всего производственной, а затем и научной среде. Отсюда становится понятным, что радиус круга, как линейный образ, и его площадь, как двумерный образ, оказываются сопоставимыми и взаимовыразимыми лишь при условии, что они выражены в форме третьего предмета, обезличивающего их собственную природу, — в форме единицы измерения, в процессе применения которой они уже не радиус и не площадь, но просто число. Это третья среда и представляет собой логическое пространство, в котором движется монистическая математическая мысль [2].

Можно привести еще такой пример: $\nabla^2, \nabla, d\mu, d$ и т.д. есть математические символы, их суть в математике — операторы и дифференциалы, преобразующие одну функцию в другую, а физические — это измерение, как измерение приборами, но они отличаются от приборов тем, что могут быть бесконечно малыми, точными, независимыми от обстоятельств и интегрируемыми, т.е. определяемыми. Таким образом, математические символы, величины — это математический инструмент (прибор). Математические уравнения и формулы — это метод, способ измерения, а решение их — это результат измерения.

В физике довольно часто встречаются случаи, когда построение теории начинается не с обобщения большого круга экспериментальных данных и явлений, а с идей, с объединения отдельных блоков локальных теорий, полученных частными геометрическими или физическими подходами.

Локальные теории, полученные чисто геометрическими или физическими методами, не могут дать полную и замкнутую картину мира. Они только в единстве могут описать мир. Так были построены механика Ньютона, Максвелла, Эйнштейна, Дирака и теория великих объединений. Например, построенные методами чисто геометрических идей теории Декарта, Кеплера, Галилея и других не смогли стать механической картиной мира. Они стали единой теорией после динамиче-

ского подхода Ньютона. Аналитическая картина получилась и с механикой Лагранжа и Гамильтона. Не было бы теории Гейзенберга и Шредингера, не было бы и теории Дирака. Следовательно, для замыкания теории необходимо выдвижение идеи взаимодействия физики и геометрии, т.е. взаимообогащение и взаимоусиление их друг друга.

Чисто геометрическая трактовка объекта приводит к тому, что физические понятия лишаются реального физического смысла, содержательной интерпретации, превращаются в формальные понятия системы. Другой пример. В общей теории относительности принцип относительности в геометрической форме выражен требованием общековариантности законов природы. Само по себе требование общей ковариантности лишено какого бы то ни было физического смысла. Оно выражает лишь возможность непротиворечивого описания явлений в различных системах координат. Заслуга Эйнштейна в том, что он форму наполняет физическим содержанием и получает физическую теорию, т.е. ковариантность наполняется принципом относительности и благодаря их единству получает принцип эквивалентности.

В отношении физической теории физическая реальность и геометрические идеи выступают как дуализм, как всеобщее свойство физической теории, которое обладает внутренними противоречиями, не сводимыми друг в друга. Диалектическое понимание этого дуализма, этого исходного отношения физической теории (картины мира) состоит в том, что он рассматривается как проявление внутренней противоречивой природы теории, обусловленное несовместимыми условиями [3]. Противоположности их не разрываются, не сглаживаются, не примеряются, а ставится вопрос о взаимодействии, связи и взаимообусловленности двух противоположных сторон. Каждая из этих сторон в отдельности, в их абстрактной данности не представляет ничего загадочного. Отсюда возникает вопрос, что представляет собой физика: геометрическую форму существования материи, которая описывается законами преобразования, или некоторый физический объект, обладающий определенной формой движения, изменения и т.д. Так поставить вопрос нельзя. Физика и то и другое; двумя сторонами одного предмета — физики.

Физико-геометрическая природа реального объекта и законы, выражающие ее сущности, являются тем интегрирующим фактором, который объединяет единичные результаты во всеобщие, а всеобщие — в единичные. Физико-геометрическое взаимодействие, нам кажется, действует как принцип дополненности и вытекает из внутреннего свойства объекта и представляет собой непреходящую черту физической теории. Также нам кажется, что оно вытекает из принципа причинности. Но здесь надо рассматривать идею причинно-следственного отношения в ее собственном смысле, как вполне определенную часть связей между физикой и геометрией.

Отсюда вытекает, что необходим анализ возможности геометрии и геометрических идей в описании физической действительности и выяснение того, что геометрические идеи — это необходимость или случайность.

Действительность, по Гейзенбергу, — это выяснение в результате измерения, а измерение в смысле исследования реального физического объекта — это идеализация, представление и математическое описание (в простом схематическом представлении). А это возможно только при геометрическом подходе. Возможность понимается как чистая потенция связи с действительностью. Следовательно, геометрические идеи есть объективность, характеристика действительности, а понятие потенциальной возможности является выражением фундаментального различия между измерением и изучаемыми объектами. А все эти процедуры есть не что иное, как необходимость.

Физическая реальность и геометрические идеи дополняют друг друга, и целостность концепции дополненности обеспечивается ее центральным моментом — требованием единства противоположностей. Надо рассматривать их единство не в смысле внешнего соединения, а в смысле внутреннего соответствия их. Принцип дополненности (единство физической реальности и геометрии) — это форма теоретического мышления, выросшая и окрепшая в ходе активной познавательной деятельности, направленной на осмысление определенной предметной области. Это есть метод целостного понимания, в данном случае теоретической физики во всем многообразии ее проявлений. Нам кажется, единство физической реальности и геометрических идей действует как закон, но не частный закон, а как метод, сопровождающий каждый шаг физической теории в приближении к объективной истине, к целостному пониманию теоретической физики, как способ взаимодействия всех ее разделов.

Идеализация, как метод геометрических идей, является результатом творческой, конструктивной деятельности мышления и выступает как элемент развивающейся логической системы и вне теоретической системы теряет свой смысл в отношении теоретической физики. Главное значение ее дос-

тижения объективной действительности — через систему идеализированных объектов, образующих абстрактную схему и, погружаясь, она приблизится к реальному физическому объекту. Без такого подхода невозможно было бы понять современную теоретическую физику. Только так можно достичь более глубокого отражения физической реальности.

Ход истории развития теоретической физики показывает, что теории, сформулированные на основе ряда идеализации и идеализирующих допущений, успешно объясняя один круг явлений, обнаруживают свою ограниченность при проникновении в новую область. Возникает противоречие между теоретической системой и новыми экспериментами, практикой, которая, обостряясь, принимает форму парадокса. Например, евклидова геометрия и ее идеализация не смогли объяснить электромагнитные, релятивистские явления и явления микромира. Это говорит не о том, что плоха данная геометрия, а о наступлении предела применимости понятий, выработанных на основе данной идеализации геометрии. Значит, дальнейшее теоретическое движение зависит от пересмотра ранее сложившихся понятий, перехода к качественно новым понятиям, новым геометрическим идеям.

Например, разрабатывая основы волновой механики, Шредингер исходил из идеи де Бройля о том, что каждой частице соответствует некоторое волновое поле, т.е. некоторый геометрический образ. Он нашел связь между этой идеей и идеями Гамильтона по динамике и геометрической оптике и затем написал волновое уравнение. Шредингер, не меняя общего вида уравнения Гамильтона-Якоби, изменил смысл входящих в него величин. При этом он использовал уравнение де Бройля, связывающее волновые и корпускулярные свойства микромира. Физический смысл волновой функции, входящей в уравнение Шредингера, был интерпретирован после создания математического аппарата волновой механики. Это только один из примеров. Таких примеров можно было бы привести множество.

Можно сказать, без преувеличения, что без такого формализма, как геометрические идеи не было бы и физических теорий. Но, с другой стороны, без содержательной физической интерпретации нет и физической теории. Физическая теория есть результат единства математического формализма и его содержательной эмпирической интерпретации. Без этого она, в лучшем случае, голая, логически допустимая математическая схема, скелет теории. Этим отличается теоретическая физика от математики. Математический формализм оказывает совершенно удивительную услугу в деле описания вещей. Но он настолько не помогает в понимании реальных процессов [4].

Таким образом, физическая теория — это своеобразный сплав, синтез геометрических идей и их содержательной интерпретации. «Физическая теория в своем логическом развитии, или замкнутой форме, охватывает объект сразу и в плане представления, и в плане мышления». Экспериментальные средства дают чувственно воспринимаемые данные об исследуемых явлениях, а с помощью математического аппарата этой теории эти данные поднимаются на уровень теоретических обобщений. С этой точки зрения физические понятия предстают как результат синтеза чувственного и абстрактного познания.

Надо отметить, что в построении физической теории наблюдаются два противоположных направления, что было отмечено нами. Первое заключается в том, что исходные понятия формируются в определенном смысле независимо от опыта, чисто логическим способом, реализующимся в поисках, построением геометрических структур. Второе — в установлении связи исходных понятий с опытом в процессе эмпирической интерпретации, т.е. выяснения физического смысла геометрических абстракций. Правильная интерпретация теории требует учета обоих направлений, выяснения их взаимопроникновения. Преимущество одного из них недопустимо и ведет к извращению связи между теорией и опытом либо к игнорированию его.

При этом надо учесть, что только исходные положения и понятия классической теоретической физики связаны непосредственно с опытом и могут быть интерпретированы наглядно и наблюдаемы непосредственно. Что касается других разделов теоретической физики, то там могут работать образы, наблюдение, наглядность только через посредственность. Здесь ничто не может заменить геометрию. Необдуманно искать столь сильные правила соответствия, которые бы явным образом определили электрон. Понятие «электрон» настолько далеко от непосредственных простых наблюдений, что лучше всего сохранить его в виде теоретического термина, допускающего модификации благодаря новым наблюдениям. Эйнштейн говорил, что теория не выводится из опыта, а «навеяна» им.

Теория и ее исходные понятия по мере эволюции теоретической физики все более удаляются от породившей их основы, но при этом не всегда связь между ними утрачивается, она становится сложнее и опосредственнее. Эту связывающую роль все более явно будут выполнять геометрия и геометрические идеи. Подтверждением этому являются современные теории суперпространств, суперсимметрии и др.

Теперь остановимся на физико-геометрических соотношениях, т.е. на взаимодействии физики с геометрическими идеями. В методологическом отношении это может быть охарактеризовано диалектической логикой познания.

Нам кажется, что через физико-геометрические взаимодействия можно раскрыть содержание природных явлений и предметно-чувственного отношения к ним человека, а через системы понятий — познать диалектику физической теории. Эти две тенденции внутренне взаимосвязаны и обусловлены. Например, общенаучный характер понятий позволяет вскрыть на фактическом материале соотношение субъективного (геометрические идеи) и объективного (физическая реальность), тем самым содержание и структуры физико-геометрического взаимодействия. А рационально понятый характер последнего определяет степень научной общности тех или иных понятий. Их единство является следствием важнейшего требования диалектико-содержательного (физического) и методологического (геометрического) единства теоретического познания.

В теоретической физике это требование смогло реализоваться лишь тогда, когда объектами исследования стали явления, знание о которых невозможно без учета средств, способов и методов их познания. То есть когда на место непосредственного субъектно-объектного отношения пришло опосредственное отношение типа субъект – средство познания (геометрические идеи) – объект (физическая реальность). Таким образом, средство познания (геометрические идеи) стало связующим звеном, механизмом, приводящим в диалектическое движение систему опосредственного отношения. Например, теоретическая физика, изучая пространственно-временной аспект реального многообразия взаимодействий, делает мир таким, каков он есть, что «в мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени и они неотделимы друг от друга». Тела неотделимы от движения, лишь в движении тело обнаруживает, что оно есть. Познание различных форм движения и есть познание тел [5].

Раскрытие сущностной природы физико-геометрического взаимодействия помогает познать смысл таких понятий, как сохранение, симметрия, инвариантность, эквивалентность и другие структурно-содержательные элементы теории. Они обуславливают геометрические и динамические свойства внутреннего содержания физических процессов, дают основания для иного теоретического описания, рассматривающего уже не динамику физических процессов, т.е. законов изменения параметров состояния под действием сил различной природы, а определенные типы пространственной и временной симметрии, связанной с сохранением той или иной динамической характеристики.

Например, постоянство скорости света, нам кажется, есть не что иное, как свойство того пространства, которое правильно описывает релятивизм явлений, той геометрии, с помощью которой описываются физические процессы, которые обладают свойством инвариантности относительно этой геометрии (геометрии Минковского). Эйнштейн отмечал, что «... распространение скорости света в пустоте, благодаря исследованиям Максвелла, Лоренца, подходит для этой цели в гораздо большей степени, чем любой другой процесс, который мог бы стать объектом рассмотрения». Поэтому свойства света играют главную роль в установлении геометрии реального физического пространства для данной области явления, т.е. для электромагнитного процесса (релятивизма).

Таким образом, будучи включенными в систему теоретического знания, геометрические идеи утрачивают непосредственную информативную содержательность и превращаются в логические компоненты системы, объективным аналогом которой выступает взаимодействие субъекта и объекта как некая целостность. Иначе говоря, чем более опосредствован геометрическими идеями объект познания, тем шире совокупность теоретических средств, раскрывающих существо явлений. Геометрические идеи, являясь объективно-содержательным знанием, по мере расширения и усложнения системы их совокупного применения, все более превращаются в те или иные методологические регуляторы теоретического описания, определяя тем самым природу общенаучных знаний.

Таким образом, главная методологическая особенность современной теоретической физики состоит в том, что в ее конкретно-содержательной структуре находит свое выражение не только объективная природа физических явлений, но и способ, которым осуществляется это выражение. При этом опосредованный характер субъектно-объектного взаимодействия приводит к тому, что это выражение выступает как антиномия в логико-познавательном содержании теории. Раскрыть это противоречие можно в процессе методологического анализа с широким привлечением, конечно, философских категорий. Хотя это в тему данной работы не входит, тем не менее кратко остановимся и на этой проблеме, так как геометрические идеи как опосредственность в субъектно-объектном отношении играют содержательную роль и отвечают закону борьбы единства противоположностей.

В качестве примера, иллюстрирующего единство противоположностей геометрических идей и физической реальности, рассмотрим исходные положения теории относительности и квантовой механики. Принцип относительности и принцип постоянства скорости света, на первый взгляд, несовместимы, противоположны и неразрешимы. Однако преобразования Лоренца автоматически разрешили это противоречие. Аналогично противоречия между инерциальной и гравитационной массами были сняты с помощью принципа эквивалентности (через принцип ковариантности). Например, принцип эквивалентности выступает как единство гравитации и метрики. Этот геометрический подход предполагает построение целостной картины взаимодействия тел, связанной с отказом от евклидовой геометрии пространственной метрики, и устанавливает более общую метрику римановой геометрии. Здесь следует отметить, что поле сил инерции приобретает определенный смысл некоторого геометрического представления только при условии задания системы отсчета, относительно которой рассматривается ускорение движущегося тела. Вне системы отсчета оно утрачивает физическую содержательность. Гравитационное поле же как физическая реальность существует независимо от системы отсчета.

Теоретико-групповое (куда относятся преобразования Галилея, Лоренца, принцип ковалентности) описание явилось не только объединяющим фактором, но и позволило выявить глубокую связь геометрической инвариантности и законов сохранения, а тем самым и обнаружить связь динамических характеристик движения со свойствами симметрии пространства и времени. Например, геометрическая инвариантность относительно переноса начала координат приводит к закону сохранения энергии-импульса. Геометрическая инвариантность относительно вращений в пространственных плоскостях связана с сохранением момента импульса и т.д.

Однако главным достоинством теоретико-группового описания взаимодействия является то, что оно дает возможность определить динамические параметры по эквивалентным геометрическим характеристикам. Тем не менее не надо преувеличивать роль геометрии в содержательном плане, она остается формальным моментом. Это обусловлено тем, что движение как сущность и свойство пространства и времени вытекает из видов взаимодействия. Поэтому построение геометрического аналога посредством абстракций является только необходимым, но недостаточным условием раскрытия качественной определенности физических процессов. Оно позволяет раскрыть только связи законов сохранения и свойств симметрии. Здесь речь идет о теоретико-групповом описании взаимодействия. Для раскрытия качественной определенности физических процессов необходимо решить проблему причинности.

Таким образом, физико-геометрическое описание в теории относительности оказывается противоречивым. Во-первых, оно выступает посредственным выражением свойств объекта познания, во-вторых, — определенной формой знания.

Нам известно, что абсолютизация механической формы движения привела к кризисной ситуации именно потому, что в действительности существуют и другие формы движения. И надо было их открыть, выразить полученные результаты с помощью системы как новых, так и старых научных понятий. Аналогичная ситуация сложилась и с геометрией, которая прекрасно описывала механическое движение.

Одним из таких новых форм движения является движение микромира. В настоящее время мы можем лишь утверждать, что поведение его характеризуется статистическими закономерностями, причем статистичность эта носит иной характер по сравнению с классической статистикой. Это обусловлено тем, что квантовая статистика связана с внутренними свойствами микромира (спином), т.е. заключена в самой природе вещей. Центральной проблемой квантовой механики является анализ проблемы отражения объективной реальности микроявлений, как в процессе, так и при абстрактно-геометрическом расчете опытных данных, т.е. на необходимости учета способа измерения не только пространственно-временных (геометрические) параметров, но и динамических (дифференциальные геометрии) — импульса и энергии (физико-геометрические).

Физическая определенность измерения показывает, что невозможно одновременно измерить пространственно-временные и динамические параметры одним и тем же устройством. Например, для точного определения координат необходим прибор с неподвижным устройством, а для измерения динамических переменных — прибор с подвижным устройством, такие измерения неосуществимы на практике одним и тем же прибором. Отсюда вытекает, что корпускулярно-волновой дуализм выражает не только качественное своеобразие микрообъекта, но и специфику квантовых измерений, т.е. противоположность наблюдения и измерения, которые обладают посредственным характером субъ-

ектно-объектного взаимодействия, т.е. физико-геометрического отношения. Таким образом, антиномичность корпускулярно-волнового дуализма находит свою конкретизацию в соотношениях неопределенности Гейзенберга, выступающих краеугольным камнем всего формально-математического аппарата квантовой теории. В них выражены и единство, и противоположность физико-геометрического взаимодействия.

Следующей последовательной и замкнутой физической теорией мира стала квантовая электродинамика. В ней слились в единое органическое целое классическая электродинамика, теория относительности и квантовая механика. И мощь ее математических методов привела к представлению о квантовой электродинамике как образце современной физической теории. Благодаря им было сделано множество замечательных открытий (открытие позитрона, античастиц, установление связи между спином и статистикой частиц, возникновение диаграмм Фейнмана, взаимопревращаемости частиц и т.д.).

Были попытки построения по ее образцу теории элементарных частиц, гравитации и др. Для этого необходимо было решить проблему граничного импульса, очень большого и конечного, который был намного больше изменения импульсов взаимодействия электронов и фотонов. Кроме того, этому импульсу соответствуют малые расстояния, что равносильно стремлению физического электрона к нулю при большом, стремящемся к бесконечности граничном импульсе. Это означает, что граничный импульс должен иметь другое физическое содержание, чем импульс в принципе неопределенности Гейзенберга. Также должно иметь место существенное изменение свойств пространства–времени и характера взаимодействий, т.е. должны быть выдвинуты другие геометрические идеи, отвечающие другим принципам, подобно принципу неопределенности Гейзенберга или принципу эквивалентности Эйнштейна.

Геометрия все в большей степени становится для теоретической физики источником идей, приемов и методов теоретического освоения опытных данных. Хотя, оставаясь лишь логико-структурным отражением свойств физической реальности, она оказывается тем средством операционального описания, с помощью которого можно объяснить и предсказать те или иные особенности объектов исследования. Искусство физика заключается в подборе математического материала и в построении из него картины мира. Например, в классической электродинамике исчез эфир, на его место пришли поля и описывающие их уравнения Максвелла, отражающие свойства электромагнитного поля и являющиеся его математической моделью. Такая модель с определенной точностью отражает реальные процессы природы, ибо им присуща та фундаментальная особенность, что самые основные физические законы описываются математической теорией, аппарат которой обладает необыкновенной силой и красотой.

Так математический аппарат геометрических идей становится неотъемлемой частью физической теории, а физическая теория становится неотъемлемой частью своей геометрической формы. Теория — это отражение объективных закономерностей природы, снятие с нее «слепок», и это не есть простой, непосредственный, зеркально-мертвый акт, а сложный, опосредственный, раздвоенный факт. Эйнштейн писал, что «наши представления о физической реальности не могут быть окончательными, и вера в существование внешнего мира, независимого от воспринимающего субъекта, есть основа всего естествознания».

На первый взгляд, несовместимые физические объекты и геометрические образы, модели и др., и операции над ними в единстве создали такой аппарат, которому под силу любые сложности реального мира. В этом их единство и противоположность.

Список литературы

- 1 Арынгазин К.М. Методические и мировоззренческие проблемы познания физики и роль мышления в них / К.М. Арынгазин, И.Ф. Васильева // Вестн. Академии педагогических наук Казахстана. — 2011. — № 5(53). — С. 8–19.
- 2 Арынгазин К.М. Геометрические идеи как метод расширения физики / Физика в системе современного образования (ФССО-2013): материалы XII Междунар. науч. конф. — Т. 2. — С. 317–319.
- 3 Арынгазин К.М. Современные методы геометрических идей в теоретической физике / К.М. Арынгазин, И.Ф. Васильева // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Физика. — 2011. — № 2(62). — С. 60–65.
- 4 Арынгазин К.М. Геометрические идеи как метод построения и изучения теоретической физики / К.М. Арынгазин, И.Ф. Васильева // Физическое образование в вузах. — 2012. — Т. 18. — № 3. — С. 3–15.
- 5 Арынгазин К.М. Роль геометрических идей в нанотехнологии / К.М. Арынгазин, Э.К. Мусенова, Т.Е. Сейсембекова // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Физика. — 2013. — № 2(70). — С. 70–74.

К.М. Арынгазин, Э.К. Мусенова, Т.Е. Сейсембекова, П.А. Кисабекова

Физикалық және геометриялық ойлар қарама-қайшылықтың бірлік заңы ретінде

Мақалада геометрия және физикалық шындықты сипаттаудағы геометрия мен геометриялық идеялардың қажеттілігі болып табылатынын түсіндіру мүмкіндіктері талданды. Физикалық теорияның құрылысында екі қарама-қарсы бағыт байқалды. Физика-геометриялық қатынастар, яғни, физиканың геометриялық идеялармен өзара қарым-қатынастары методологиялық мағынада танымның диалектикалық логикасы арқылы сипатталуы мүмкін. Физикалық және геометриялық өзара әрекеттесу арқылы табиғи құбылыстардың мазмұнын және адамға зат-сезім қатынасын, сондай-ақ физикалық теорияның диалектикасын білуге арналған тұжырымдамалық жүйелер арқылы ашып көрсетуге болады. Бұл екі үрдіс ішкі өзара байланысты және шартты болып табылады. Физика-геометриялық өзара әрекеттесудің маңызды сипатын ашу теориясы сақтау, симметрия, инвариант, эквиваленттік және теорияның басқа да құрылымдық-мазмұндық элементтері сияқты ұғымдардың мағынасын түсінуге көмектеседі. Олар физикалық үрдістердің ішкі мазмұнын геометриялық және динамикалық қасиеттерін анықтайды, физикалық үдерістердің динамикасын, яғни әртүрлі табиғат күштерінің әрекет етуі бойынша параметрлердің өзгеру заңдылықтарын ескермейтін басқа теориялық сипаттамаға негіз береді, бірақ сол немесе өзге де сақталуымен байланысты кеністіктік және уақыт симметрияның кейбір түрлері басқа динамикалық сипаттамалар болып табылады.

Кілт сөздер: геометриялық ойлар, математикалық аппарат, теориялық физика, қарама-қайшылық бірлік заңы.

K.M. Aryngazin, E.K. Mussenova, T.E. Seisembekova, P.A. Kissabekova

Physical and geometric ideas as the law of unity of opposites

The article analyzes the possibility of geometry and geometric ideas in describing physical reality and the elucidation that geometrical ideas are a necessity or an accident. It is noted that in the construction of physical theory two opposite directions are observed. Physico-geometric relationships, that is, the interaction of physics with geometric ideas in a methodological sense can be characterized by the dialectical logic of cognition. It is shown that through physical and geometric interactions it is possible to disclose the content of natural phenomena and the subject-sense relation to them of man, and through systems of concepts to know the dialectics of physical theory. These two tendencies are internally interrelated and conditioned. Disclosure of the essential nature of physico-geometric interaction helps to understand the meaning of such concepts as conservation, symmetry, invariance, equivalence and other structural-content elements of the theory. They determine the geometric and dynamic properties of the internal content of physical processes, give grounds for a different theoretical description, which no longer considers the dynamics of physical processes, that is, the laws of changing state parameters under the action of forces of different nature, but certain types of spatial and temporal symmetry associated with the preservation of that or other dynamic characteristics.

Keywords: geometric ideas, mathematical apparatus, theoretical physics, physical theory, law of the unity of opposites.

References

1. Aryngazin, K.M., & Vasileva, I.F. (2011). Metodicheskie i mirovozzrencheskie problemy poznaniia fiziki i rol myshleniia v nikh [Methodical and philosophical problems of cognition of physics and the role of thinking in them]. *Vestnik Akademii pedagogicheskikh nauk Kazakhstana – Bulletin of the Academy of Pedagogical Sciences of Kazakhstan*, 5, 8–19 [in Russian].
2. Aryngazin, K.M. (2013). Heometricheskie idei kak metod rasshireniia fiziki [Geometric ideas as a method of expanding physics]. Proceedings from Physics in the system of modern education: *XII mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia – XII International Scientific Conference*. (pp. 317–319) [in Russian].
3. Aryngazin, K.M., & Vasileva, I.F. (2011). Sovremennye metody heometricheskikh idei v teoreticheskoi fizike [Modern methods of geometric ideas in theoretical physics]. *Vestnik Karahandinskoho universiteta. Seriya Fizika – Bulletin of Karaganda University. Series Physics*, 2 (62), 60–65 [in Russian].
4. Aryngazin, K.M., & Vasileva, I.F. (2012). Heometricheskie idei kak metod postroeniia i izucheniia teoreticheskoi fiziki [Geometric ideas as a method of constructing and studying theoretical physics]. *Fizicheskoe obrazovanie v vuzach – Physical Education in Universities*, 18, 3, 3–15 [in Russian].
5. Aryngazin, K.M., Musenova, E.K., & Seisembekova, T.E. (2013). Rol heometricheskikh idei v nanotekhnologii [The role of geometric ideas in nanotechnology]. *Vestnik Karahandinskoho universiteta. Seriya Fizika – Bulletin of Karaganda University. Series Physics*, 2 (70), 70–74 [in Russian].

Ye.R. Zhangbyrbaj, L.F. Ilina

Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan
(E-mail: erkesh_zhan@mail.ru)

The system of organization of the IWS and IWST studies by the example of «Transport phenomena»

The article is devoted to the development of methods for conducting independent work of students in the conditions of credit technology of education. The main idea is the need to change the accent position – first the IWS, then the IWST using the example of a specific section of molecular physics: «Transport». Transport phenomena are experimental justification and confirmation of the fundamentals of molecular-kinetic theory. This section is practically not considered in the school course of physics because of its complexity, but with careful study of the material, it can be given in classes with a physical and mathematical bias. The article selected and analyzed the problems of increased complexity, which students of secondary schools offer no sense, since they are very complex in physical essence and require a mathematical apparatus at the level of at least differential equations. The students were offered two laboratory works - one contact, which is classical and does not need special comments, and one is virtual with the expectation that they can be used both in university and in school. Assignments on the topic within the framework of the IWS with different number of answers were selected and tested, and questions requiring careful study by students using literary sources. The results of the physical dictation, colloquium, testing in the system of EVEA, control work were carried out and analyzed. The proposed system of organizing the IWS and IWST for many years was developed in the educational process for general courses of physics and special courses of the appropriate profile, during the performance of the theses, during pedagogical practices, was presented in reports at conferences.

Keywords: diffusion, thermal conductivity, viscosity, ultra rarefied gas, mass, momentum, energy, credit technology training, IWS, IWST.

The system of organizing classes in terms of credit technology training involves a sequence: lectures, hands-on exercises to solve problems, laboratory exercises, IWST, IWS. We believe that such a sequence is not entirely reasonable. Naturally, without lecture, practical and laboratory, that is, classroom organization of the IWS is impossible, especially since the conduct of all classes is determined by the schedule.

In the thesis work the system of organization of IWS and IWST is considered on the example of the section of molecular physics: «Transport phenomena».

Transport phenomena are experimental substantiation and confirmation of the fundamentals of the molecular-kinetic theory of ideal gases [1].

Depending on the transfer of what physical characteristics the researcher is interested in, three transport phenomena are distinguished: diffusion, viscosity and thermal conductivity [2].

Diffusion is a process of gradual mutual penetration of two adjoining substances. Thermal conductivity is the process of heat transfer from more heated parts of the body to less heated ones. Viscosity, or internal friction, occurs when the layers of a gas or liquid are relatively displaced [3]. Analyze the example transport phenomena of increased complexity problems.

1. Two identical parallel disks whose axes coincide are located at a distance h from each other. The radius of each disc is a , and $a \gg h$. One disc is rotated at a slight angular velocity ω , another disk is stationary. Find the moment of frictional forces acting on the fixed disk, if the viscosity of the gas between the disks is η [4; 109] (Fig. 1).

Given:

h

a

$a \gg h$

ω

η

$M_{fr} = ?$

Solution:

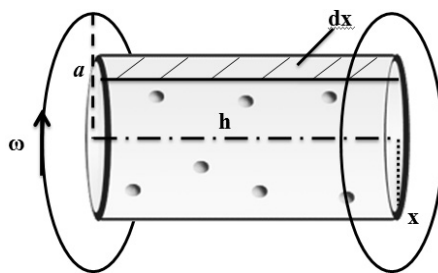


Figure 1. Gas between discs