
НА ПУТИ К МЕТАФИЗИКЕ, ИЛИ «ФИЗИКА, НЕ БОЙСЯ МЕТАФИЗИКИ!»

Л.М. Чечин

*Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова
МОН Республики Казахстан¹*

Введение

Написать эту статью меня подвигло неформальное знакомство с монографиями Ю.С. Владимирова [1] и рядом других его книг, в которых излагались проблемы физического мироздания в рамках формирующейся новой парадигмы знаний.

Но особое место в подготовке и написании данной статьи сыграла его публицистическая книга «Диамату вопреки» [2] из задуманной автором серии монографий под общим названием «Между физикой и метафизикой», а также личное восприятие лекций по метафизике, которые Юрий Сергеевич прочитал в Казахском национальном университете им. аль-Фараби². Поэтому при дальнейшем изложении материала я буду широко использовать указанные книги, в особенности последнюю из них, и ссылаться на ее содержание.

Согласно Ю.С. Владимирову, современную теоретическую физику целесообразно разделить на три взаимосвязанные составляющие: фундаментальную теоретическую физику, собственно теоретическую физику и прикладную теоретическую физику.

Фундаментальная теоретическая физика имеет дело с основными понятиями, принципами, концепциями и законами, составляющими категориальный базис физической картины мира. Он представляет собой самый глубокий уровень физического познания, который не лежит на поверхности восприятия физики. Более того, он зачастую игнорируется в исследовании или воспринимается как некая известная, и даже априорная данность. Именно фундаментальная теоретическая физика может ассоциироваться с метафизикой – целостной системой представлений об основах бытия материального мира.

Собственно теоретическая физика занимается развитием научных представлений на базе устоявшихся принципов, известных законов и имеющихся основных уравнений. Так, к числу последних принадлежат уравнения общей теории относительности, являющиеся краеугольным камнем теории про-

¹ Контакты автора: E-mail: chel@afi.academ.alma-ata.su

² Лекции читались в период с 18 по 28 ноября 2010 г.

странства, времени и тяготения. Они составляют фундамент современной релятивистской небесной механики и особенно теоретической космологии.

И наконец, прикладная теоретическая физика нацелена на использование стандартных уравнений и методов их решений для анализа конкретных физико-технических проблем. Ярким примером издания, в котором рассматриваются задачи прикладной теоретической физики, является «Журнал технической физики» (раздел – теоретическая и математическая физика), издаваемый Российской академией наук.

Этот экскурс в структуру теоретической физики нам нужен для того, чтобы оценить ее характер в Казахстане. И, соответственно, ответить на вопрос – вносит ли казахстанская теоретическая физика какой-либо вклад в становление метафизической парадигмы знания? Для обоснования своего ответа я буду опираться на тот раздел теоретической физики, который мне наиболее близок – на общую теорию относительности.

1. Об истории казахстанской теоретической физики

С общей теорией относительности я познакомился будучи студентом КазГУ (ныне КазНУ им. аль-Фараби) по лекциям доцента кафедры теоретической физики Н.М. Петровой (1912–2003 гг.), которая являлась ученицей В.А. Фока. Но наибольшее влияние, и особенно в научном плане, на меня оказал М.М. Абдильдин, который также являлся прямым учеником Владимира Александровича, но учеником уже второго поколения.

Мейрхан Мубараквич после окончания аспирантуры ЛГУ в 1965 г. был принят на работу в качестве младшего научного сотрудника в лабораторию звездной динамики Астрофизического института (ныне Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы). Тогда его директором был Г.М. Идлис (1930–2010 гг.).

В характеристике, данной им М.М. Абдильдину, было сказано, что тот успешно занимается вопросами общей теории относительности, космогонии и космической электродинамики. Его работа «Некоторые следствия из теории тяготения Эйнштейна для космогонии солнечной системы» докладывалась на второй гравитационной конференции в Тбилиси, а также академиком В.А. Фоком на Всемирной гравитационной конференции в Лондоне. Доказательство М.М. Абдильдиным существования определенного класса устойчивых орбит в механике ОТО было положительно оценено на страницах журнала «Успехи физических наук» в 1966 г. польским профессором А. Траутманом. К сказанному можно добавить и о ссылке профессора Д.Д. Иваненко на названную выше работу М.М. Абдильдина во вводной части сборника «Гравитация и топология» (М., 1964).

Как было отмечено, М.М. Абдильдин успешно защитил в апреле 1966 г. выполненную под руководством академика В.А. Фока кандидатскую диссертацию на ученом совете ЛГУ. В настоящее время он продолжает свои исследования по динамике общей теории относительности и применению

последней к некоторым вопросам космогонии и космической электродинамике.

В 1988 г. вышла монография Мейрхана Мубаракovichа «Механика теории гравитации Эйнштейна» [3], подготовленная на основе материалов его докторской диссертации. Эта книга была рекомендована для публикации как монография, содержащая ряд важных научных результатов.

Так, например, в ней были предложены специфические для общей теории относительности методы решения задачи многих тел. Среди них – метод гидродинамической аналогии, избавляющий от необходимости вывода громоздких постньютоновских уравнений вращательного движения.

Кроме того, в работе были обоснованы и выведены наиболее общие релятивистские уравнения поступательного движения системы N протяженных вращающихся тел, построена соответствующая им функция Лагранжа. На основе этих результатов была решена центральная проблема механики общей теории относительности – задача двух вращающихся тел конечных размеров в приближении $mv^2 \frac{v^2 R^2}{c^2 L^2}$. Причем эта задача весьма эффективно

была решена в представлении векторных элементов \vec{M} и \vec{A} .

Из всего сказанного выше видно, что приоритетным направлением исследований М.М. Абдильдина является проблема движения тел в общей теории относительности. Однако основное внимание он концентрирует на изучении общерелятивистской динамики вращающихся тел, находя новые методы ее исследования. В этом отношении показательна задача о собственном вращении пробного тела, движущегося в поле вращающегося центрального тела. Ее мы кратко изложим, следуя монографии [3].

Обычно эта задача изучается на основе релятивистских уравнений вращательного движения специальным методом (например, одним из методов Фока). Затем эти уравнения приближенно интегрируются путем привлечения специальных математических методов. Но возникает вопрос – нужна ли подобная процедура, когда речь идет о собственном вращении тела, движущегося в стационарном поле вращающегося центрального тела?

Используя метрику Лензе-Тирринга

$$ds^2 = \left(c^2 - 2U + 2 \frac{U^2}{c^2} \right) dt^2 - \left(1 + 2 \frac{U}{c^2} \right) (dr^2) + \frac{8}{c^2} (\vec{U} d\vec{r}), \quad (1)$$

где $\vec{U} = \frac{\gamma}{2r^3} [\vec{S}_0 \vec{r}]$, а \vec{S}_0 – вращательный момент центральной массы m_0 ,

можно найти лагранжиан пробного тела

$$L = -mc^2 + m \left(U + \frac{v^2}{2} \right) - \frac{m}{2c^2} \left(U^2 - 3Uv^2 - \frac{1}{4} v^4 + 8(\vec{U}\vec{v}) \right) \quad (2)$$

и соответствующий ему импульс

$$\vec{p} = \left(1 + \frac{3U + 1/2v^2}{c^2}\right) m\vec{v} - 4 \frac{m}{c^2} \vec{U}. \quad (3)$$

Отсюда находится скорость пробного тела

$$\vec{v} = \left(1 - \frac{3U + p^2/2m^2}{c^2}\right) \frac{\vec{p}}{m} + \frac{2\gamma}{c^2 r^3} [\vec{S}_0 \vec{r}], \quad (4)$$

которая, как отмечает автор, внешне совпадает с выражением поля скоростей твердого тела $\vec{v} = \vec{v}_0 + [\vec{\omega}(\vec{r} - \vec{r}_0)]$. Отсюда следует, что вопрос о собственном вращении пробного тела, движущегося в поле вращающейся центральной массы, решается с помощью формулы $\vec{\omega} = \frac{1}{2} \text{rot} \vec{v}$, которая хорошо известна из курса дифференциальной геометрии. Подстановка в нее выражения (4) приводит к результату

$$\vec{\omega} = \frac{3}{2} \frac{\gamma m_0}{c^2 r^3} [\vec{r} \vec{v}] + \frac{\gamma}{c^2 r^5} (3\vec{r}(\vec{r} S_0) - \vec{S}_0), \quad (5)$$

который получается и при непосредственном интегрировании уравнений вращательного движения.

Таким образом, здесь налицо эlegantное применение известных методов математической физики к анализу уравнений движения релятивистской небесной механики. И число таких примеров можно умножить, причем опираясь не только на анализ работ по общей теории относительности (см., например, номер Вестника КазНУ [4], посвященный 70-летию юбилею М.М. Абдильдина). Все они показывают, что содержание казахстанской теоретической физики в основном относится, по отмеченной выше классификации Ю.С. Владимирова, к собственно теоретической физике.

Но возникает вопрос – а были ли в казахстанской теоретической физике попытки более глубокого, метафизического ее восприятия и толкования?

2. Влияние диалектики на развитие фундаментальной теоретической физики

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо оценить тот философско-методологический контекст, в котором развивалась казахстанская теоретическая физика.

Казахстанская теоретическая физика стала интенсивно развиваться с 60-х гг. XX в. При этом ее формирование происходило, так сказать, в «чистом» виде. Дело заключается в том, что к тому времени такие основные разделы теоретической физики, как общая теория относительности и квантовая теория в Советском Союзе, стали развиваться на своей собственной основе. Они в основном преодолели этап идеологического противостояния

(материализм – идеализм) и разнобой в гносеологических интерпретациях, пагубность которых для советской науки весьма обстоятельно представлена в цитированной книге Ю.С. Владимирова [2]. Доминирующей философской парадигмой стала материалистическая диалектика как логика и теория познания.

Именно эта парадигма и сформировала тот философский и методологический фон, на котором интенсивно развивалась казахстанская теоретическая физика. Основателем казахстанской школы по диалектической логике стал Жабайхан Мубаракович Абдильдин – старший брат М.М. Абдильдина³. Главные результаты этой школы представлены в серии коллективных монографий под общим названием «Диалектическая логика» [6]. (См. также сборник [7]).

Но, согласно Ю.С. Владимирову, идеология диалектического материализма не может быть основой развития фундаментальной теоретической физики по ряду причин. Среди них:

- изъятие из научного дискурса важного пласта идей, на основе которых был разработан реляционный подход к физике, соответствующий более последовательному проявлению принципов материализма;
- трактовка пространства-времени как формы существования материи оказалась не в состоянии понять сущность и все свойства пространства-времени;
- категорическое исключение возможности изменения свойств пространства-времени в микромире;
- оставление без внимания вопроса о том, куда отнести поля переносчиков взаимодействий: к материи или к форме существования материи?

Более того, в физике советского периода возникла парадоксальная ситуация – официальная пропаганда на протяжении многих десятилетий утверждала, что физика «рождает диалектический материализм», а ведущие физики-теоретики, которые внесли значительный вклад в мировую науку, игнорировали его, насколько это было возможно.

Так что же – материалистическая диалектика, понимаемая как логика и теория познания, действительно не могла оказать (или не оказывала) эвристическое влияние на развитие теоретической физики? Приведем здесь слова самого Ю.С. Владимирова [2, с. 229]. «Справедливости ради следует отметить, что троичность рассматривалась и идеологами марксистско-ленинского учения. Говорилось о “трех источниках и трех составных частях” этого учения, то есть о диалектике Г. Гегеля, материализме Л. Фейербаха и учении о социализме французских утопистов... Более того, в отдельных частях названной триады можно усмотреть проявление принципа фрактальности. В частности, в диалектике Гегеля говорится о трех составляющих: “тезисе, антитезисе и синтезе”. *Этот триалистический метод в философии можно только приветствовать. Ни у меня, ни у моих коллег эта ге-*

³ Мне приятно отметить, что у истоков знаменитой казахстанской школы по диалектической логике стоял мой отец – М.Н. Чечин [5].

гегелевская триада никогда не вызывала никаких возражений (курсив наш. – Л. Ч.). Но в марксистско-ленинской диалектике триада Гегеля лишь декларировалась, на практике же из нее оказалась исключенной (точнее – извращенной) третья составляющая – синтез. В итоге диалектический материализм из тринитарного превратился в дуалистический».

Однако, на наш взгляд, гегелевская триада «тезис, антитезис и синтез» не только могла, но и была одним из руководящих принципов, по крайней мере, в интерпретации общей теории относительности. Постараемся это показать, опираясь на нашу работу «Обоснование начала общей теории относительности», входящую в качестве самостоятельной главы в упоминающуюся выше коллективную монографию «Диалектическая логика как методология современного естествознания» [6].

3. Обоснование начала общей теории относительности

В начале XX в. прочно утвердилось одно из главных направлений развития теоретической физики – релятивистская программа, наметившая последовательное применение идей и принципов релятивизма в физическом познании. С формулировкой релятивистской теории гравитации связываются надежды на преодоление ряда существенных недостатков, присущих ньютоновской теории тяготения.

Но согласование принципов специальной теории относительности (СТО) с теорией тяготения Ньютона натолкнулось на одну существенную трудность: непосредственное их соединение приводило к выводу о несовместимости специального принципа относительности с равенством инертной и гравитационной масс. Масса тела, согласно СТО, не является величиной постоянной, а зависит от скорости его движения. А это и вступает в противоречие с условием $m_i = m_g$.

После создания основ СТО и блестящей экспериментальной проверки ее выводов не было сомнения в справедливости специального принципа относительности. Поэтому основное внимание было обращено на условие $m_i = m_g$, правильность которого и была поставлена под сомнение. Планк подчеркивал, что в данной ситуации приходится «отказаться от общепризнанной тождественности инертной и тяжелой масс, подтвержденной всеми предпринятыми до сих пор опытами» [8].

Здесь важно обратить внимание на то обстоятельство, что экспериментальный факт (единичное), проверенный с очень высокой точностью, отвергается в угоду теоретическому принципу (всеобщему). Возникает, таким образом, типичная для рассудочного мышления гносеологическая ситуация: или единичное, или всеобщее – не теоретически последовательный их синтез, а уход от решения проблемы.

Ретроспективно оценивая ход мыслей Эйнштейна, можно сказать, что противоречие между специальным принципом относительности и условием $m_i = m_g$ он решил подлинно диалектически, найдя особый пункт теории –

принцип эквивалентности. Важнейшей особенностью принципа эквивалентности является то обстоятельство, что это не продукт формально-логического обобщения эмпирического условия $m_i = m_g$. Он формулируется именно как теоретический принцип, как результат разрешения непосредственно данного. По Эйнштейну, смысл принципа эквивалентности состоит в том, что в поле тяготения всё происходит так, как в пространстве без тяготения, если в нём вместо «инерциальной» системы отсчета ввести систему, «ускоренную относительно неё» [9].

Но анализ содержания принципа эквивалентности, проведенный в [6], показал, что хотя Эйнштейн и смог подлинно диалектически разрешить противоречие единичного (эмпирическое условие $m_i = m_g$) и всеобщего (специальный принцип относительности), найдя особенное (принцип эквивалентности), но не выразил его в наиболее развитой форме. Этот логический недостаток восполнил В.А. Фок, который эмпирическое условие $m_i = m_g$ сумел довести до наиболее полного его теоретического выражения, утверждающего локальную тождественность метрики гравитационному полю. Именно эта идея является, по Фоку [10], основой общей теории относительности, поскольку приводит к возможности непосредственного вывода уравнений поля.

С моей точки зрения, фиксирование этого утверждения является чрезвычайно важным моментом в корректной интерпретации общей теории относительности. Даже если такую ситуацию и рассматривать как (более или менее) удачное согласование полученных научных результатов с основными положениями материалистической диалектики как логики и теории познания [2, с. 231].

4. На пути к метафизике

В 1968 г. М.М. Абдильдин работал старшим научным сотрудником Астрофизического института, а я еще был студентом второго курса физического факультета КазГУ. Но как только я попал к Мейрхану Мубараковичу на практику, он сразу же ознакомил меня с той идеей, которая вынашивалась им в ту пору.

Мейрхан Мубаракович обратил внимание на возможность объяснения факта наличия магнитного поля у вращающихся небесных тел путем привлечения гипотезы гравимагнетизма [11]. В самом деле, смешанная компонента метрического тензора, вычисленная для гравитационного поля одного тела, описывает его важную характеристику – вращение. Если эту компоненту отождествить (с некоторым коэффициентом пропорциональности) с векторным потенциалом электромагнитного поля, то в рамках общей теории относительности можно объяснить происхождение магнитного поля, например у тел Солнечной системы.

Здесь уместно упомянуть о том, что идея отождествления $g_{0k} \propto A_k$, будучи распространённой на пятимерный случай $G_{0\mu} \propto A_\mu$, позволила построить содержательную единую теорию электромагнитного и гравитационного полей [12]. Более того, увеличивая размерность искривленного пространства-времени, в рамках аналогичной логики были построены геометрические модели, объединяющие общую теорию относительности с моделью электрослабых взаимодействий (7-мерная модель) и с калибровочной теорией сильных взаимодействий (8-мерная модель).

В этой связи можно сказать, что М.М. Абдильдин стал (в Казахстане) одним из специалистов, который видел необходимость расширения содержания общей теории относительности и, стало быть, по своему умунастроению он выходил на уровень фундаментальной теоретической физики.

Этот настрой Мейрхана Мубараковича на возможность объединения гравитации и электромагнетизма стимулировал и мои научные интересы. При этом он преломился в аспекте взаимосвязи поступательного и вращательного движений. Опираясь на обобщенную Ю.С. Владимировым пятимерную модель Калуцы, мне удалось показать, что 4-мерные уравнения поступательного движения заряженной частицы являются пространственно-подобной проекцией 5-мерных уравнений «вращательного» движения спиновой частицы [13].

Еще одним фактором, свидетельствующим о движении казахстанской физической мысли в сторону фундаментальной теоретической физики, являются наши исследования по обоснованию универсальной формы уравнений движения второго рода. Дело заключается в следующем.

Известно, что уравнения движения по своей имманентной логике должны описывать динамику тела (тел) относительно некоторой системы отсчета. Однако в общей теории относительности задание системы координат не равносильно (как в ньютоновской физике) заданию системы отсчета [14]. Но традиционно, начиная с работ Эйнштейна и Фока, задача многих тел (в отличие от задачи одного тела) в общей теории относительности решалась в координатном виде. Это означало, что, только задав некоторую систему координат (приблизительно как у Эйнштейна или точно как у Фока), можно было вывести уравнения движения из уравнений поля.

В логическом отношении эту ситуацию можно выразить следующим образом – задача одного тела может быть исследована с точки зрения теории систем отсчета (тезис), а задача многих тел не поддается изучению в отмеченном аспекте (антитезис). Из сказанного ясно, что для разрешения указанного противоречия необходим содержательный синтез, который приводил бы к возможности изучения в общей теории относительности как задачи одного тела, так и задачи многих тел с точки зрения теории систем отсчета. Вывести подобные уравнения позволяет обобщение инфельдовской концепции уравнений движения второго рода [15] на случай произвольных калибровочных полей. Изложим эту процедуру, опираясь на работу [16].

Пусть дан лагранжиан идеальной жидкости $L = -\rho_0 - \pi$, в котором ρ_0 – плотность массы покоя, π – плотность упругой энергии. Его можно представить в виде

$$L = -\frac{\partial S}{\partial x^\mu} u^\mu - \pi, \quad (6)$$

где u^μ – 4-х вектор скорости, частицы жидкости вдоль линии тока. Для описания взаимодействия этой жидкости с произвольным калибровочным полем произведём стандартную процедуру замены обычных производных на «удлинённые»:

$$\partial_\mu \rightarrow \tilde{\partial}_\mu = -\partial_\mu - i_0 A_\mu^B \tau_B, \quad (7)$$

в которых A_μ^B – потенциал калибровочного поля, τ_B – генераторы соответствующего представления группы Ли; i_0 – постоянная величина, определяемая типом взаимодействия и имеющая смысл плотности заряда; B – собирательный индекс.

Если разложить поле скоростей в окрестности некоторой опорной линии тока и ввести тензор скоростей вращения $\omega_{\lambda\mu} = \partial_{[\lambda} u_{\mu]}$, удовлетворяющий условию $\omega_{\lambda\mu} u^\lambda = 0$, то можно получить лагранжиан спиновой жидкости, взаимодействующей с калибровочным полем

$$L = -m_0 + i A_\mu^B \tau_B u^\mu - \omega_{\mu\nu}^* S^{\mu\nu} + \frac{1}{2} j F_{\mu\nu}^B \tau_B^* S^{\mu\nu} - \Pi, \quad (8)$$

где $S^{\mu\nu} = \omega_{\mu\nu}^* I_0$ – внутренний угловой момент элемент объема жидкости; m_0 и I_0 – его масса и момент инерции соответственно; $\Pi = \int \pi dV$ – упругая энергия; j – постоянная, имеющая смысл соответствующего гиромангнитного отношения. Опираясь на этот лагранжиан, можно вывести уравнение поступательного движения, уравнение вращательного движения и уравнение эволюции генераторов калибровочного поля. (Явный вид всех этих уравнений в силу их громоздкости мы не приводим.) Каковы же особенности полученной системы уравнений?

В случае электромагнитного поля для одной спиновой частицы они переходят в известные уравнения Френкеля; для системы невращающихся частиц они сводятся к уравнениям Лоренца второго рода. В случае поля Янга–Миллса для бесспиновых частиц из полученной системы следуют уравнения Дрехслера–Розенблюма или уравнения Вонга второго рода. В случае гравитационного взаимодействия из найденной системы следуют уравнения Папапетру (для одной спиновой частицы) и уравнения геодезической линии второго рода, ранее использованные М.Ф. Широковым для изучения системы тел конечных размеров.

Более того, для совмещенной системы гравитационного и электромагнитного полей они обобщают ранее предложенные Рябушко уравнения дви-

жения системы заряженных и намагниченных масс; для одного спинового тела они переходят в уравнения Найборга и Хрипловича. И наконец, для совмещенной системы гравитационного и янг-миллсовских полей они переходят в известные БВФ-уравнения (уравнения движения цветной спиновой частицы в общей теории относительности).

Вместе с тем выведенная нами система уравнений позволила получить:

- наиболее корректные уравнения движения заряженной спиновой частицы;
- непротиворечивые уравнения движения системы заряженных и намагниченных спиновых масс,
- вывести уравнения движения системы цветных частиц;
- обосновать уравнения движения системы протяженных гравитирующих тел с точки зрения теории систем отсчета.

Таким образом, для полученных универсальных уравнений движения по мере упрощения свойств описываемой ими динамической системы на каждом шагу соблюдается требование предельности перехода. Ковариантный (квази-ковариантный) характер этих уравнений позволяет применить к ним теорию систем отсчета для любой динамической системы. Для случаев одного и многих тел показано определенное соответствие универсальных уравнений тем уравнениям движения, которые ранее были получены другими авторами.

В рамках предложенного нами калибровочного подхода к проблеме движения, следовательно, была реализована гегелевская триада «тезис – антитезис – синтез». При этом со всей определенностью хочу заметить, что эта триада стала для нас тем эвристическим принципом, который позволил сформулировать и реализовать идею об универсальных уравнениях движения второго рода.

Вместо заключения

Проблема движения является одной из важнейших в общей теории относительности. Она нашла широкое развитие в Казахстане, потому что здесь работали прямые ученики Владимира Александровича Фока – Н.М. Петрова и М.М. Абдильдин, а также группа молодых физиков-теоретиков. Об этом говорилось Д.Д. Иваненко в книге «Проблемы физики: классика и современность», в которой были собраны статьи участников международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Эйнштейна [17], а также Д.Д. Иваненко в своей статье из указанной книги в разделе под названием «Теория гравитации в СССР» отмечает: «Большое значение имеют работы В.А. Фока по теории движения тел в общей теории относительности, которые получили дальнейшее развитие его учениками в Алма-Ате – Петровой Н.М., Абдильдиным М.М., Чечиным Л.М. и другими». В этих словах Дмитрия Дмитриевича заключено не только его хорошее личное отношение к казахстанским гравитационистам, но и дана высокая оценка тому общему

направлению, которое предложено М.М. Абдильдиным – механика теории гравитации Эйнштейна.

Механика теории гравитации Эйнштейна, или проблема движения тел в общей теории относительности, – это такой раздел теоретической физики, развитие которого (как, впрочем, и других ее разделов), требует не только выработки адекватных этому предмету методов исследования, но и углубления его содержания, а также продуктивного разрешения специфических внутренних противоречий данной предметной области. А это и есть проявление эвристической роли диалектической логики в физическом познании, или форма восхождения казахстанской теоретической физики на ее фундаментальный (метафизический) уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. – М.: БИНОМ, 2002; *Владимиров Ю.С.* Геометрофизика. – М.: БИНОМ, 2008; *Владимиров Ю.С.* Основания физики. – М.: БИНОМ, 2010.
2. *Владимиров Ю.С.* Между физикой и метафизикой. – Кн. 1: Диамату вопреки. – М.: Изд-во ЛИБРОКОМURSS, 2010.
3. *Абдильдин М.М.* Механика теории гравитации Эйнштейна. – Алма-Ата: Наука, 1988.
4. Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия физическая. – 2008. – № 1.
5. *Бурбаев М.С.* Учитель философов Казахстана (к 100-летию со дня рождения М.Н. Чечина). – Алматы: Гылым, 2003.
6. Диалектическая логика. – Т. 1: Общие проблемы. Категории сферы непосредственного. – Алма-Ата: Наука, 1986; Т. 2: Категории сферы сущности и целостности. – Алма-Ата: Наука, 1986; Т. 3: Формы и методы познания. – Алма-Ата: Наука, 1987; Т. 4: Диалектическая логика как методология научного познания. – Алма-Ата: Наука, 1985; Т. 5: Диалектическая логика как методология социального познания (подготовлена к печати).
7. Современные методологические проблемы теории относительности и гравитации / под ред. А.Н. Нысанбаева и Л.М. Чечина. – Алма-Ата: Наука, 1988.
8. *Планк М.* Избранные труды. – М.: 1975. – С. 468.
9. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. – Т. 4. – М.: Наука, 1967. – С. 282.
10. *Фок В.А.* Теория пространства, времени и тяготения. – М.: Физматгиз, 1961.
11. *Абдильдин М.М.* О связи гравитации с электромагнетизмом // Материалы 1-й конференции молодых ученых АН КазССР. – Алма-Ата: Наука, 1968. – С. 74.
12. *Владимиров Ю.С.* Размерность физического пространства-времени и объединение взаимодействий. – М.: Изд-во МГУ, 1989.
13. *Chechin L.M.* On the unification of the general relativistic equations of translational and rotational motion // *Gravitation & Cosmology*. – V. 4. – 1998. – P. 297.
14. *Владимиров Ю.С.* Системы отсчета в теории гравитации. – М.: Энергоиздат, 1982.
15. *Инфельд Л., Плебаньский Е.* Движение и релятивизм. – М.: ИЛ, 1962.
16. *Чечин Л.М.* Универсальная форма уравнений движения второго рода // Известия ВУЗов. Физика. – 1994. – № 7. – С. 22.
17. Проблемы физики: классика и современность. – М.: Мир, 1982.