

УДК 378:53 (075.8)

О ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И НОВОЙ НАУКЕ – КОСМОМИКРОФИЗИКЕ

(Рец. на кн.: *Копытин И. В.* Современные проблемы физики. Суперсила и эволюция Вселенной : учебное пособие / И. В. Копытин. – Москва : Юрайт, 2022. – 162 с. – (Учебная литература для вузов))

С. Д. Кургалин

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 10 июня 2022 г.

Аннотация: рецензируемое учебное пособие формирует развернутое представление об актуальных проблемах современной физики и о новой науке, возникшей в конце XX века и получившей название космомикрoфизики (или квантовой космологии). Книга вносит вклад в развитие фундаментального университетского образования. Ее использование позволит будущему специалисту эффективно решать проблемы, выдвигаемые современным научно-техническим прогрессом.

Ключевые слова: фундаментальное образование, космомикрoфизика, Вселенная, эволюция, фундаментальные взаимодействия.

Abstract: the textbook under review forms a detailed understanding of the topical problems of modern physics and the new science that arose at the end of the 20th century and was called cosmomicrophysics (or quantum cosmology). The book contributes to the development of fundamental university education. Its use will allow the future specialist to effectively solve the problems put forward by modern scientific and technological progress.

Key words: fundamental education, cosmoparticle physics, Universe, evolution, fundamental interactions.

Рецензируемое учебное пособие написано профессором кафедры теоретической физики Воронежского государственного университета И. В. Копытиным на основе курса лекций, который он читает для студентов магистратуры по направлению «Физика». Книга вносит заметный вклад в развитие фундаментального университетского образования, обеспечивающего такой уровень подготовки студентов, который позволит будущему специалисту эффективно решать проблемы, выдвигаемые современным научно-техническим прогрессом. Фундаментальная подготовка студентов требует знания теорий и новых идей, формирующих передний край современной науки, способствует целостному восприятию научной картины мира, интеллектуальному развитию личности. Нерешенные проблемы физики, вопросы, связанные с эволюцией Вселенной, в частности, с тем, какие силы влияют на ее формирование и развитие, часто недостаточно подробно отражаются в современных учебниках. Поэтому особенно важно, что теперь появилось учебное пособие для студентов вузов, посвященное именно этой тематике.

© Кургалин С. Д., 2022

Книга формирует у читателя развернутое представление об актуальных проблемах современной физики и о новой науке, возникшей в конце XX века и получившей название космомикрoфизики (или квантовой космологии). Само название науки необычно, в нем соединяется, на первый взгляд, несоединимое. С одной стороны, – это микрофизика, т. е. физика процессов, протекающих в микросистемах: молекулах, атомах, атомных ядрах, в мире элементарных частиц и пр. Теоретической основой их описания служит квантовая механика со своими необычными, с позиций классической физики, законами. С другой стороны – это космофизика, т. е. наука, изучающая процессы в гигантских по размерам системах: галактиках, объединениях галактик и в самой Вселенной, а это уже область действия законов классической физики. Так что же объединило все это в одну науку? Разъяснение дается в учебном пособии, рассматривающем новейшие достижения физики в области исследования свойств фундаментальных взаимодействий и структуры вещества, включая и поиск его простейших составляющих. В пособии отражены следующие вопросы: что такое суперсила и суперсимметричная сила, как они управляли Большим взрывом, в котором

«родилась» наша Вселенная с ее последующей эволюцией, что было до Большого взрыва и есть ли другие Вселенные, что такое «темная материя» и «темная энергия» и др.

Космомикрофизика – это развивающаяся наука, не на все вышеперечисленные вопросы она пока дает однозначные ответы. Однако в процессе поиска ответов к настоящему времени достигнуты заметные успехи, что позволяет в ближайшем будущем надеяться на прогресс в разработке Теории Всего Сущего – грандиозной задачи, поставленной и решаемой физиками в квантовой космологии. Именно эта теория конца XX – начала XXI веков, как надеются ученые, сможет найти искомые ответы и дать мощный толчок дальнейшему развитию естественных наук и техническому прогрессу. Примерно такую же роль сыграла и продолжает играть квантовая механика, одна из важнейших наук XX столетия. О значимости научных результатов ученых-космомикрофизиков свидетельствуют шестнадцать Нобелевских премий по физике, присужденных им за последние 50 лет, причем четыре из них относятся к последним десяти годам.

Содержание учебного пособия можно разбить на три части. В первой анализируются проблемы, связанные с изучением четырех известных видов фундаментальных взаимодействий: электромагнитного, сильного, слабого и гравитационного. Именно эти проблемы диктовали необходимость разработки нового подхода к объяснению их свойств. Так, казалось бы, какие проблемы могут быть у хорошо изученного электромагнитного взаимодействия, ведь его систематическое исследование началось еще в XVIII веке? Но оказалось, что проблема есть, и очень серьезная. Самая точная наука, основанная на этом взаимодействии, – квантовая электродинамика – при расчете ряда эффектов приводит к расходимостям, т. е. к бесконечно большим числам. Расходимости свидетельствуют о том, что мы что-то не понимаем в физике процессов с участием электромагнитной силы. В практическом плане с этими расходимостями научились бороться, разработав теорию перенормировок. В ней теоретические расчеты объединяются с введением в них некоторых экспериментальных характеристик элементарных частиц, в частности, наблюдаемых заряда и массы электрона. Однако сами расходимости при этом остаются, хотя в расчетах больше не возникают. И это требует более глубокого понимания структуры самого электромагнитного взаимодействия.

Как показал анализ, еще больше серьезных проблем возникает при описании физических процессов с другими видами фундаментальных вза-

имодействий. Главная из них – неизвестная квантовая структура сильного, слабого и гравитационного полей и, соответственно, связанных с ними фундаментальных взаимодействий. В учебном пособии все эти проблемы классифицированы, и в качестве итога сформулированы требования к новой теории фундаментальных взаимодействий.

Вторая часть пособия посвящена основам новой калибровочной теории фундаментальных взаимодействий. Вполне понятным языком, с использованием примеров из физики читателям разъясняется, что представляет собой принцип локальной калибровочной симметрии. Именно его использование позволило решить проблемы, связанные с фундаментальными силами, и осуществить новый этап в изучении их свойств. Он заключается в объединении этих сил на новых принципах и в переходе к построению суперсилы и суперсимметричной силы. Первая объединяет все известные взаимодействия, кроме гравитационного, вторая включает и его.

В пособии отмечается главная особенность объединения взаимодействий такого рода – это не просто механическое соединение их свойств. Так как такое объединение проводится на основе новых типов калибровочных симметрий, появляются новые свойства у единой силы, которых не было у объединяемых взаимодействий по отдельности. Один пример: известные виды фундаментальных взаимодействий строго запрещают превращение кварков, из которых, в частности, состоят протоны, в лептоны (электроны, нейтрино и пр.). Их объединение в суперсилу такой запрет снимает. И как следствие, в результате действия суперсилы протон становится нестабильным и может исчезнуть, превратившись в лептоны. Но протоны – это основа вещества, а это означает, что в итоге исчезнет и все известное нам вещество во Вселенной. Хотя такая катастрофа теоретически возможна, к счастью, для ее осуществления потребуется невообразимо большое время – больше 10^{31} лет. Для сравнения: возраст нашей Вселенной оценивается «всего» примерно в 10^{10} лет.

К настоящему моменту деятельность в части, касающейся построения суперсимметричной силы, еще не закончена. Как оказалось, главная трудность заключается в разработке квантовой теории гравитации. Поскольку направление работ, основанных на принципе калибровки, столкнулось в этой части с существенными трудностями, в учебном пособии кратко рассмотрен и альтернативный подход – теория суперструн. Именно ее в последнее время стали тоже считать перспективным направлением в построении суперсимметричной силы. Что же касается суперсилы, то ее

свойства теперь хорошо известны. Основанная на этих свойствах Теория Великого Объединения уже используется при изучении микро- и макро-процессов различного рода.

Как выяснилось, среди переносчиков суперсилы есть чрезвычайно массивные. Это обстоятельство не позволяет в земных условиях проверить все свойства суперсилы. Для такой проверки требуются ускорители элементарных частиц с энергией, превышающей в 10 миллиардов раз и больше энергию самого мощного Большого Адронного Коллайдера, работающего в Европейском центре ядерных исследований в Женеве. Построить ускорители с такой энергией на Земле нереально. Однако для проверки всех свойств суперсилы можно использовать «естественные ускорители». Такими могут быть физические процессы, которые протекали с такими энергиями в нашей Вселенной на самых ранних этапах ее эволюции, начиная с Большого взрыва.

Для решения этой задачи и была создана новая наука – космомикрoфизика. Помимо того, что к ней стали относить проблемы построения универсального взаимодействия, а это область микрофизики, ее целью стало решение еще и следующих двух задач. Первая: используя известные свойства суперсилы, объяснить физические процессы, происходящие в веществе ранней Вселенной. И вторая: в качестве доказательства правильности Теории Великого объединения, изучая физические процессы в ранней Вселенной, искать «реликты». Так принято называть продукты этих процессов, дошедшие до настоящего времени, позволяющие использовать их в качестве доказательства правильности теории суперсилы. Примером такого реликта может быть так называемое «реликтовое излучение», заполняющее всю Вселенную. Оно было открыто в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вильсоном, которые за это открытие стали Нобелевскими лауреатами. Изучая его структуру, ученые пытаются найти доказательства, что наша Вселенная не является единственной.

Последняя треть учебного пособия посвящена рассмотрению задач космомикрoфизики, связанных со Вселенной как целым, в частности, с ее ранней эволюцией. Помимо обсуждения общих закономерностей Вселенной, а также проблем «темной материи» и «темной энергии», в этой части, на мой взгляд, главным является раздел о физических процессах в веществе Вселенной, управляемых суперсилой. Именно ее использование позволяет понять, какие конкретно явления были главными на том или ином раннем этапе эволюции, а также определить, какие реликты мо-

гут служить доказательством правильности этого понимания.

Из всего вышесказанного следует, что все три части пособия неразрывно связаны друг с другом. Если в первой части на основе анализа свойств фундаментальных взаимодействий обосновывается необходимость разработки новой теории, то в двух последующих частях обсуждаются принципы ее построения, полученные результаты и их приложение к проблемам самой Вселенной. Как выяснилось, последнее необходимо, так как только во Вселенной на ранних этапах ее эволюции могли быть энергии, необходимые для проверки всех свойств суперсилы и следствий разработанной на ее основе Теории Великого Объединения.

Следует отметить, что все разделы пособия написаны понятным языком, физически ясно, с использованием разъясняющих текст примеров и иллюстраций, что позволяет понять основы и главные идеи книги даже читателям, не имеющим физического образования, но желающим ознакомиться с передним фронтом фундаментальных исследований по физике и астрофизике.

В заключение хочу подчеркнуть, что каждая тема пособия снабжена перечнем вопросов и заданий для самоконтроля. Они, по сути, выделяют главное в содержании обсуждаемого вопроса. Отвечая на них, читатель получает возможность лучше понять суть той или иной проблемы и ее решение. Достоинством учебного пособия является и то, что оно содержит иллюстрации и портреты ученых, внесших наиболее существенный вклад в решение проблем построения суперсилы и определивших главные подходы к разработке Теории Всего Сущего. Спецификой пособия является дополнение его содержания забавными историями из жизни известных ученых-физиков, предложениями по необычному использованию некоторых физических закономерностей. В конце пособия приведены фотографии звездного неба, галактик и туманностей, авторы которых получили призы на конкурсах различного уровня.

Заметим также, что изложение материала пособия ведется в рамках практико-ориентированного подхода. Оно направлено на практическое применение знаний и на формирование компетенций в области решения самых сложных физических задач. Электронный вариант пособия используется его автором И. В. Копытиным для дистанционного обучения студентов в рамках образовательной платформы MOODLE. Эквивалентом пособия при дистанционном преподавании является электронный курс, каждая лекция в нем представлена как презентация. В этом виде она используется непосредственно в режиме видео-

конференции, а также предварительно публикуется на сайте преподавателя на платформе MOODLE. Все обучающиеся имеют к ней доступ, могут самостоятельно изучить учебный материал и ответить на контрольные вопросы. Досрочные ответы студентов на контрольные вопросы просматриваются преподавателем и учитываются при оценке полученных знаний. Студент, заранее просмотревший материал лекции и досрочно ответивший на контрольные вопросы, слушает эту лекцию, лучше понимая ее содержание в сравнении с остальными студентами. Однако стоит сказать, что нагрузка лектора при этом заметно возрастает из-за необ-

ходимости вести постоянный диалог со студентами, особенно при больших потоковых курсах.

Рецензируемое пособие рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественно-научным направлениям. Однако, как уже отмечалось выше, оно написано так, что его могут использовать и читатели, интересующиеся общими направлениями и сутью исследований по новой физике фундаментальных взаимодействий и ее приложением к проблемам возникновения и ранней эволюции Вселенной.

*Воронежский государственный университет
Кургалин С. Д. – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой цифровых технологий*

*E-mail: kurgalin@bk.ru
Тел.: 8 (473) 220-83-84*

*Voronezh State University
Kurgalin S. D. – Dr. Habil. in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Digital Technologies Department*

*E-mail: kurgalin@bk.ru
Tel.: 8 (473) 220-83-84*