

І.В. Бургун

Херсонський національний технічний університет

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ УЧНІВ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

У статті розкрито сутність і структуру наукового світогляду особистості; проаналізовано основні підходи до формування загальних світоглядних знань, що складають ядро наукового світогляду; обґрунтовано доцільність застосування дедуктивного підходу у формуванні наукового світогляду учнів; виділені основні етапи його реалізації у практиці навчання фізики.

**Ключові слова:** науковий світогляд, наукова картина світу, філософські принципи наукової картини світу, дедуктивний підхід.

Основним завданням загальноосвітньої школи на сучасному етапі її розвитку є виховання всебічно розвинутої особистості. Ядром структури особистості є світогляд, який спрямовує процес усвідомлення навколишньої дійсності і виконує роль орієнтира у практичній та перетворювальній діяльності. У зв'язку з цим, до основних завдань школи входить і завдання формування світогляду учнів.

Проблема світогляду, його сутності, шляхів і особливостей формування у особистості – це одна з найважливіших проблем логікознавства. Увага науковців до даної проблеми пояснюється, насамперед, її суспільною значущістю, що *“визначається фундаментальною роллю наукового світогляду в розвитку народів, їхньої культури, духовності”* [1, с.4].

Однак, за результатами експериментального дослідження [2], рівень сформованості наукового світогляду у випускників загальноосвітніх шкіл є недостатнім. Отже, має місце *суперечність* між обґрунтованими положеннями педагогів і методистів про необхідність формування у молоді наукового світогляду і недостатнім фактичним рівнем його сформованості в учнів загальноосвітніх шкіл.

Це зумовило необхідність дослідження *проблеми* становлення наукового світогляду учнів і розробки технологій його формування, зокрема у навчанні фізики.

*Мета даної статті* – накреслити концептуальні і процесуальні основи технології формування наукового світогляду учнів у навчанні фізики.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі *завдання*:

- виявити сутність і структуру наукового світогляду;
- проаналізувати основні підходи до формування загальних світоглядних знань, що складають ядро наукового світогляду;
- обґрунтувати доцільність застосування дедуктивного підходу у формуванні наукового світогляду учнів;
- окреслити основні етапи його реалізації у практиці навчання фізики.

Відомо, що світогляд – це система узагальнених знань про природу, суспільство й місце людини у світі, а також сформованих на її основі поглядів і переконань особистості.

У наведеному визначенні відображено подвійний характер світогляду, який виявляється в тому, що, з одного боку, в ньому інтегруються об'єктивні знання про світ і місце людини в ньому, на основі чого утворюється цілісна картина світу (об'єктивний компонент світогляду). З іншого – світогляд кожної особистості формується індивідуально у процесі її діяльності і містить погляди й переконання (суб'єктивний компонент світогляду).

Відповідно до того, які знання людина застосовує для пояснення навколишнього світу, розрізняють науковий і ненауковий світогляд. Ядром наукового світогляду є наукова картина світу (НКС). Наукова картина світу має два фрагменти: природничонауковий і соціальний. Ми зосередимо увагу лише на природничонауковій картині світу. Природничонаукова картина світу – загальне наукове знання про природу, отримане як філософське узагальнення досягнень різних наук про природу, характерних для певного етапу їх розвитку.

Ядро наукової картини світу, і зокрема її природничонаукового фрагмента, складає система філософських

принципів: матеріальної єдності й пізнаваності світу, взаємозв'язку і взаємодії матеріальних об'єктів, руху матерії. Це обумовлює необхідність досягнення філософського рівня узагальнення знань, а отже ознайомлення школярів із визначеними філософськими принципами.

Проте, у загальноосвітній школі досягти даного рівня узагальнення природничих знань дуже важко. Пояснюється це насамперед тим, що навчальний план загальноосвітньої школи серед обов'язкових дисциплін не передбачає вивчення дисципліни філософського характеру, а навчальні програми природничих дисциплін, і зокрема фізики, не містять розділів і тем узагальнюючого змісту. Все це не створює сприятливих умов для формування наукового світогляду учнів.

Відзначимо, що науковий світогляд – це не тільки узагальнені знання про навколишній світ. За висловом В.М.Мощанського: *“Можна децю знати, але не дуже вірити в це, не бути переконаним у знаннях”* [3, с.67]. У зв'язку з цим, основне завдання у формуванні наукового світогляду особистості полягає у трансформації знань, що складають ядро НКС, у її погляди та переконання.

При цьому погляд трактується як певна точка зору на сутність найважливіших явищ природи, суспільного життя та людського пізнання.

Значну роль у формуванні поглядів відіграє ставлення людини до набутих знань, до визначених норм та правил поведінки. Ставлення виявляється через розуміння особистістю необхідності оволодіння основами наук та нормами поведінки, а також через власну оцінку навколишньої дійсності. Оцінювання здійснюється на основі співставлення власних життєвих уявлень та ідеалів із системою офіційно існуючих норм у суспільстві. Такими нормами у науці на сьогоднішній день є вищевизначені філософські принципи НКС. Для того, щоб вони стали особистісним надбанням людини, потрібна трансформація цих знань у переконання. Це можливо лише за умови систематичної реалізації особистістю, і зокрема учнями, світоглядних функцій наукової картини світу: пояснювальної, оцінної, практичної [4].

Останнє обумовлює певні вимоги до підходу формування у школярів уявлень про НКС.

Відповідно до двох способів пізнання навколишньої дійсності у теорії і практиці навчання виділяють два підходи до формування загальних світоглядних знань, зокрема і НКС: індуктивний та дедуктивний.

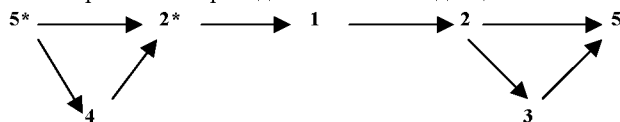
Найбільш поширеним у практиці навчання є індуктивний підхід. Сутність його полягає в тому, що на базі конкретного навчального матеріалу певного курсу поступово підвищується рівень його узагальненості до рівня конкретної форми руху матерії, потім до природничонаукового рівня, а наприкінці – до філософського. Тобто, ознайомлення учнів із філософськими принципами НКС відбувається наприкінці вивчення певної навчальної дисципліни, що не дозволяє їм переконатися у справедливості цих знань, реалізувати їх світоглядні функції. Усе це гальмує процес трансформації виділених знань у погляди й переконання учнів.

Альтернативою індуктивному підходу до формування загальних світоглядних знань, зокрема НКС, є дедуктивний. Основною особливістю даного підходу є попереднє ознайомлення учнів із загальними світоглядними знаннями (філософськими принципами), та подальше їх застосування як методу пізнання навколишньої дійсності.

Дедуктивний підхід дає можливість здійснювати паралельно два процеси: виховання (формування наукового світогляду) і навчання (формування уявлень про НКС). Пояснюється це тим, що даний підхід забезпечує тотожність процесуальних структур наукового світогляду і наукової картини світу. Дійсно, психолого-педагогічна схема процесу формування наукового світогляду під час вивчення природничих дисциплін, і зокрема фізики, має такий вигляд: формування початкових уявлень про наукову картину світу; конкретизація філософських принципів наукової картини світу на природничому навчальному матеріалі, зокрема на матеріалі курсу фізики; систематизація, узагальнення природничих (фізичних) знань та їх трансформація у погляди і переконання учнів [4].

Схему ж дедуктивного підходу до формування загальних світоглядних знань (НКС) наведено на *рис. 1*.

Згідно з цією схемою, світоглядну ідею (5\*) визначають у підручнику з певної природничої дисципліни, наприклад з фізики, потім розглядають її прояви в рамках конкретної форми руху матерії (2\*), наприклад фізичної, потім конкретизують під час вивчення різних питань цієї дисципліни. Знання, що одержують при цьому, узагальнюють на рівні конкретної форми руху матерії (1) і, нарешті, знов визначають світоглядну ідею (5). Міркування на стадії 5\* та 2\* відрізняються від 5 та 2 тим, що вони не спираються на конкретний матеріал даної навчальної дисципліни.



**Примітки:** 1 – конкретний матеріал певного навчального курсу; 2 – поняття, узагальнення, висновки рівня конкретної форми руху матерії; 3 – загальні природничі поняття, узагальнення, висновки; 4 – філософські поняття, положення, закони; 5 – світоглядні ідеї.

*Рис. 1.* Схема дедуктивного підходу до формування загальних світоглядних знань (НКС)

Відповідно до схеми дедуктивного підходу, його реалізація у практиці навчання фізики має відбуватися за такими етапами: ознайомлювальний, конкретизація, систематизація та узагальнення.

**Перший етап (ознайомлювальний)** у теорії пізнання називають етапом первинного синтезу знань. Він охоплює стадії 4, 5\* та 2\* (див. *рис. 1*). На цьому етапі формується початкове, цілісне уявлення про наукову картину світу. У зв'язку з цим, у педагогічній і методичній літературі його часто називають етапом орієнтації. Уявлення утворюється через доступне ознайомлення учнів із філософськими принципами НКС. Уже на цьому етапі загальні світоглядні знання мають бути визначені в явному вигляді.

Ознайомлювальний етап формування в свідомості учнів уявлень про наукову картину світу слід реалізувати при вивченні вступного розділу курсу фізики 7-го класу. Вибір курсу фізики обумовлений її статусом як фундаменту природничих наук, а також тісним зв'язком фізики з філософією. А психічні особливості розумового розвитку учнів підліткового віку, за даними психологів (В.В.Давидов, Д.Б.Ельконін, А.В.Занков, Г.С.Костюк та ін.), при відповідній організації навчання, сприяють успішному опануванню філософських принципів наукової картини світу [2].

У процесі дослідження нами були визначені умови, що сприяють становленню у свідомості учнів початкових уявлень про НКС:

- створення початкового образу світу через попереднє ознайомлення учнів із філософськими принципами НКС. При цьому слід враховувати психологічні, дидактичні і логічні чинники доступності навчання;
- розвиток в учнів умінь оперувати створеним образом навколишнього світу при розв'язанні пізнавальних задач. При цьому учні мають успішно опанувати мислительними операціями.

Нижче наведена структура технології формування початкових уявлень про наукову картину світу у навчанні фізики.

## Технологія формування у свідомості учнів початкових уявлень про наукову картину світу

### 1. Концептуальна частина:

- дедуктивний підхід до формування загальних світоглядних знань;
- дотримання психологічних, дидактичних та логічних чинників доступності навчання.

### 2. Змістовна частина:

- допоміжні природничі знання, що забезпечують доступне введення філософських категорій і принципів;
- філософські категорії та принципи наукової картини світу;
- навчальний матеріал курсу фізики, що конкретизує філософські принципи наукової картини світу;
- елементи формальної логіки.

### 3. Процесуальна частина:

#### 1 етап – введення філософських принципів наукової картини світу:

- мотивація вивчення філософських принципів;
- визначення елементів філософського принципу;
- розкриття сутності елементів філософського принципу;
- закріплення елементів філософського принципу;
- визначення філософського принципу.

#### 2 етап – конкретизація філософських принципів на навчальному матеріалі курсу фізики:

#### 3 етап – обґрунтування загального характеру філософських принципів:

Далі наводимо технологічну карту процесу формування у свідомості учнів початкових уявлень про наукову картину світу.

#### 1 етап – введення філософських принципів

**Мета:** закласти у свідомості учнів основи правильного світорозуміння. Дана мета досягається через розкриття сутності і функцій філософських принципів НКС.

**Труднощі,** що можуть виникнути в учнів на цьому етапі, обумовлені: високою абстрактністю філософських категорій і принципів; необхідністю переходу з емпіричного рівня усвідомлення навколишнього світу на теоретичний.

**Шляхи подолання труднощів.** Під час реалізації даного етапу дотримуватись такої структури:

- мотивація введення філософських принципів наукової картини світу, яку слід здійснювати на основі механізму формування мотивації “зверху донизу”;
- визначення елементів філософського принципу.

При цьому бажано обмежитись переліком суттєвих властивостей об'єктів, в яких у найбільшій мірі виявляється ознака, що характеризує певну філософську категорію; при визначенні філософських категорій дотримуватись такого алгоритму: 1) актуалізація природничих знань, в яких у найбільшій мірі виявляється ознака, що характеризує певну філософську категорію; 2) порівняння предметів або явищ з метою встановлення їх спільної ознаки, при цьому слід застосовувати пам'ятку для учнів, в якій подано алгоритм виконання даної логічної операції; 3) визначення філософської категорії;

– розкриття сутності елементів філософського принципу. З метою подолання труднощів, пов'язаних із встановленням причинного зв'язку між предметами та явищами навколишньої дійсності, пропонується ознайомлювати учнів із методами встановлення причинних зв'язків: єдиної схожості, єдиної відмінності, супутніх змін. При цьому рекомендується використовувати пам'ятки для учнів, в яких наведені алгоритми застосування визначених методів формальної логіки;

– закріплення елементів філософського принципу. Бажано застосовувати такі методичні прийоми: повторення елементів філософських принципів не менше чотирьох разів; обов'язкова мотивація вивчення філософських категорій та принципів наукової картини світу; обов'язкове

використання логічних операцій при визначенні філософських категорій; систематичне зосередження уваги учнів на навчальних текстах, що містять інформацію про філософські принципи і їхні елементи, а не заучування їх визначень відразу; застосування елементів філософських принципів при розв'язуванні пізнавальних задач;

– визначення філософського принципу. З метою подолання труднощів, що пов'язані із встановленням загального характеру філософських категорій, пропонується при визначенні філософського принципу використовувати алгоритм, що побудований на основі уявлень про неповний індуктивний умовивід: 1) жива природа – об'єкт матеріального світу; 2) об'єкти А, В, С... належать до об'єктів живої природи; 3) об'єкти А, В, С... мають спільну властивість Р, яка для них є суттєвою; 4) виходячи із загального принципу взаємозв'язку, що існує у світі, властивість Р належить усім об'єктам живої природи; 5) у зв'язку з тим, що жива природа – об'єкт матеріального світу, властивість Р належить усім об'єктам матеріального світу, а отже і об'єктам неживої природи.

### II етап – конкретизація філософських принципів НКС на навчальному матеріалі курсу фізики

**Мета:** сформувати в учнів уміння оперувати створеним образом навколишнього світу при розв'язанні пізнавальних задач; ознайомити учнів із невідомими для них елементами формальної логіки, за допомогою яких здійснюється конкретизація філософських принципів наукової картини світу на фізичному навчальному матеріалі; сформувати в учнів пізнавальний інтерес до знань філософського характеру.

**Труднощі і шляхи їх подолання.** На даному етапі в учнів можуть виникати труднощі, пов'язані з добором філософських принципів, потрібних для розв'язання певної задачі. З метою їх подолання пропонується звизити “зону пошуку” філософських принципів до нуля (в умові задачі вказати принципи потрібні для її розв'язання).

Можуть виникати і труднощі, пов'язані з переносом філософських принципів наукової картини світу у нові навчальні умови, в яких вони застосовуються як метод пізнавальної діяльності. Ці труднощі пропонується долати таким чином: при розв'язанні задач на конкретизацію філософських принципів використовувати спеціальну таблицю, в якій виділені: 1) предмет або явище, що вивчається; 2) філософські принципи, необхідні для їх пояснення; 3) план аналізу предмета, або явища у вигляді запитань; 4) відповіді на запитання.

Під час розв'язання задач на конкретизацію філософських принципів можуть виникати й труднощі, пов'язані з перенесенням і застосуванням логічних операцій як методу пізнання навколишньої дійсності. Для їх подолання пропонується застосовувати пам'ятку для учнів, в якій подано аксіому силлогізму. Застосування силлогізмів обумовлено тим, що саме вони дозволяють отримати конкретні знання із загальних.

### III етап – обґрунтування загального характеру філософських принципів

**Мета:** сформувати переконання щодо загального характеру філософських принципів.

**Труднощі,** що виникають на даному етапі, пов'язані з необхідністю введення науково-обґрунтованих тверджень, на основі яких формується переконання.

**Шляхи подолання труднощів.** Пропонується здійснювати обґрунтування загального характеру філософських принципів на основі аналогічного доведення. При цьому рекомендується застосовувати такий алгоритм: 1) висловлення умовного припущення, що суперечить філософському принципу; 2) виведення наслідків із висловленого припущення; 3) зіставлення наслідків із достовірними фактами; 4) здійснення переходу від помилковості наслідків до хибності тези.

Технологія формування в учнів початкових уявлень про наукову картину світу передбачає застосування такої організаційної форми навчання як інтегрований урок.

Повертаємося до характеристики етапів, що виділяються у процесі формування в свідомості учнів уявлень про НКС.

**Другий етап (конкретизація)** охоплює стадію I (див. рис. 1). Це етап поступового розкриття філософських принципів НКС на матеріалі природничих дисциплін, зокрема фізики. Результатом його реалізації є широта, глибина, системність, систематичність, усвідомленість, осмисленість та повнота уявлень про НКС. На етапі конкретизації філософські принципи застосовують як метод пізнання предметів та явищ природи. У теорії пізнання даний етап називають етапом аналізу. Він частково висвітлений у працях П.О.Вещицького, С.У.Гончаренка, Г.М.Голіна, В.М.Мошанського та ін.

**Третій етап (систематизація та узагальнення)** охоплює стадії 2, 3, 5 (див. рис. 1). Він характеризується поверненням до світоглядних ідей під час заключного узагальнення. Це так званий етап вторинного синтезу. На даному етапі загальні світоглядні ідеї виводяться на основі міжпредметних зв'язків природничих дисциплін з узагальнюючим курсом філософського характеру. При цьому світоглядні ідеї застосовують як методологічну основу узагальнюючого повторення. У загальноосвітній школі даний етап має реалізуватися на заключних уроках з природничих дисциплін (фізики, хімії, біології) у випускному класі і під час вивчення дисципліни філософського узагальнюючого змісту. Етап систематизації і узагальнення, на жаль, не знайшов належного розв'язання у методиці навчання фізики і потребує подальшої розробки.

Отже, дедуктивний підхід до формування в учнів уявлень про НКС утворює умови для трансформації системи філософських принципів у погляди і переконання учнів, тобто для формування їх наукового світогляду. Дійсно, попереднє ознайомлення учнів із системою філософських принципів НКС дозволяє їм у подальшому простежити за тим, як вони “працюють” на конкретному навчальному матеріалі; застосувати їх як метод пізнання предметів і явищ навколишньої дійсності; переконатися в істинності філософських принципів; здійснити оцінку об'єктів навколишньої дійсності відповідно до знань, що лежать в основі будови наукової картини світу тощо. Все це сприяє трансформації філософських принципів НКС у погляди та переконання особистості, а отже формуванню наукового світогляду учнів.

Вищесказане пояснює доцільність застосування дедуктивного підходу до формування наукової картини світу й покладення його в основу побудови технології формування наукового світогляду учнів.

З метою упровадження дедуктивного підходу у практику навчання фізики, *дослідження варто продовжити* у напрямку розробки змісту і методичного забезпечення третього етапу даного підходу, а саме етапу систематизації та узагальнення знань.

### Список використаних джерел:

1. Руденко Ю.Д. Развитие теории и практики формирования в учнів наукового світогляду в історії педагогіки України (1917-1941): Дис...д-ра пед. наук: 13.00.01. – К., 1994. – 367 с.
2. Бургул І.В. Формування наукового світогляду учнів основної школи у навчанні фізики: Автореф. дис...канд. пед. наук. – К., 2001. – 20 с.
3. Мошанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.
4. Школьник В.Г. Процесс формирования взглядов и убеждений у школьников средних и старших классов (на материале обучения дисциплин естественного цикла): Автореф. дис...канд. пед. наук: 13.00.01 / Волгоградский Гос. пед. ин-т. – Казань, 1988. – 19 с.

Essence and structure of scientific world view of personality is exposed in the article; basic approaches are analysed to forming of common world view knowledge's which make the kernel of scientific world view; led to expedience of applica-

tion of deductive approach in forming of scientific world view of students; selected basic his implementation phases in practice of studies of physics.

**Key words:** scientific world view, scientific picture of world, philosophical principles of scientific picture of world, deductive approach.

Отримано: 18.03.2006.

УДК 371.2:52+53

А.В. Грицьких<sup>1</sup>, А.Т. Проказа<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Комунальная организация: Луганская специализированная школа №1

<sup>2</sup>Луганский национальный педагогический университет имени Тараса Шевченко

## СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА И ЕЁ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ В ДИДАКТИКЕ ФИЗИКЕ

Предложенные теоретические положения дидактики физики предполагают системно конкретизировать содержание современных научных достижений по физике и актуальным физическим проблемам, генерализировать формирование фундаментальных знаний о целостной картине мира.

**Ключевые слова:** система знаний, физическая теория, физическая картина мира, целостная картина мира, педагогический эквивалент науки, дидактика физики.

Ранее нами была разработана прогностическая модель обучения физике в системе образования [1, с.9-12]. Были предложены методологические принципы-диполи и обобщенная блок-схема, на основе которых целесообразно формировать научные представления о целостной картине мира (ЦКМ). ЦКМ должна быть наполнена конкретным содержанием, а системообразующим началом в разработке этого содержания является система знаний, лежащих в основе современной физической картины мира, которая сочетается с квантово-релятивистской теорией.

Главным и определяющим компонентом дидактико-методической системы является содержание учебного материала, которым учитель, безусловно, должен владеть. Эту необходимую систему знаний мы и предлагаем формировать в дидактике физике, а затем предполагается осуществить «дидактический спуск» на уровень физического образования в 12-летней школе.

Выход на «передовые рубежи» современной физики существующие учебники пока в полной мере не обеспечивают. Поэтому мы воспользовались научной периодикой и научной литературой [2-8] и др.

*Результаты теоретических квантово-релятивистских исследований без математических выкладок и элементы квантово-полевой релятивистской физической картины мира (КвПРФКМ).*

Глубоко понять сущность квантово-релятивистских явлений без математического аппарата в их исследовании – задача чрезвычайно сложная, если вообще возможная. В своё время выдающиеся творцы квантовой теории Гейзенберг и Паули высказали мнение, что единственный путь исследования и понимания результатов – использование абстрактных математических соотношений, предсказывающих сразу возможные экспериментальные результаты в виде показаний приборов. Если это так, то сразу «отсекается» от понимания огромное количество людей, не владеющих сложнейшим математическим аппаратом. В связи с этим «словесный портрет» картины мира всегда был и будет необходимым. Поведение обитателей микромира настолько необычно, что словесное его описание является сложнейшим творческим процессом. Однако «словесный портрет» КвПРФКМ для большинства людей, безусловно, является более предпочтительным, чем «математический портрет».

В современной физической литературе очень часто употребляется фраза «уравнение Дирака».

Что же оно собой представляет? Основным в квантовой механике является уравнение Шрёдингера, которое описывает поведение квантовых объектов (квантонов). Сам Шрёдингер смог решить своё уравнение для электрона в случае, когда релятивистские эффекты можно было и не учитывать, а для быстро движущегося электрона решить его не смог.

Конкретизировать и обобщить уравнение Шрёдингера для электрона, движущегося с произвольной скоростью, смог Поль Дирак. Решение этого уравнения имело два выдающихся результата. Первый – неожиданно оказалось, что электрон обладает полуплечным спином и соответствующим

ему магнитным моментом! Ведь раньше наличие спина у электрона следовало только из эксперимента, а в теорию это понятие вводилось «извне». На основе уравнения Дирака спин «рождается» совершенно естественным образом! Это было неожиданно, удивительно и радостно!

Второй результат связан с досадным недоразумением и огорчением, которые затем сменились удивлением и восхищением! Дело в том, что уравнение Дирака имело решение, соответствующее электронам с отрицательной кинетической энергией(!)

Два года выдающиеся ученые дискутировали, обсуждая возникшую научную проблему. Наиболее привлекательным и плодотворным оказалось предложение интерпретировать решения уравнения Дирака с отрицательной кинетической энергией, которой обладают не электроны, а точно такие же частицы, но с положительным зарядом. Тогда их кинетическая энергия будет, как это и должно быть, положительной! Эти антиэлектроны назвали позитронами!

Экспериментальное подтверждение этого поистине великого открытия «не заставило себя долго ждать».

К.Д.Андерсон, наблюдая следы заряженных космических частиц, обнаружил их в камере Вильсона. Вырисовывались две абсолютно конгруэнтные траектории «закрученные» в разные стороны! Одна была привычной для частицы с отрицательным зарядом (этот след оставлял электрон), другая точно такая же, но для частицы с положительным зарядом (это след позитрона!).

Вскоре ученые пришли к выводу, что и у других элементарных частиц должны быть античастицы, что было подтверждено экспериментально. Это новое фундаментальное положение существенно меняло физическую картину мира, дополняя ее новыми элементами.

Чтобы выполнялся закон сохранения заряда, частицы и античастицы должны появляться или исчезать парами, превращаясь в электромагнитное излучение, так как должен иметь место и закон сохранения энергии.

Одновременное использование теории относительно-сти и квантовой теории привело к тому, что вакуум «пришлось наделить» достаточно сложной структурой.

Пустота – вакуум в доклассических и классических картинах мира есть «типичное ничто», где все равно нулю.

В постклассической науке и соответствующей ей картине мира пустота – не пуста?! А потому ученые вынуждены ввести новый термин «физический вакуум». Применим квантовую механику к вакууму, считая его квантовой системой. Энергия вакуума, как и всякая квантово-механическая величина, имеет дополнительную к ней величину. Это длительность измерения энергии с течением времени. В соответствии с принципом неопределенностей Гейзенберга неопределенность величины энергии можно сделать достаточно малой, если увеличивать промежуток времени ее измерения. Это справедливо для любой квантовой системы. Тогда выходит, что в течение малых промежутков времени энергия квантовой системы может значительно отличаться от среднего значения, измеренного за большие (по квантовым масштабам) промежутки времени.