***5.4. Основной закон релятивистской динамики. Релятивистская энергия***

      Согласно представлениям классической механики, масса тела есть величина постоянная. Однако в конце XIX в. на опытах с электронами было установлено, что масса тела зависит от скорости его движения, а именно возрастает с увеличением *v* по закону  
m=m0/sqr(1-((v^2)/(c^2))  
где *m0* - масса покоя, т.е. масса материальной точки, измеренная в той инерциальной системе отсчета, относительно которой точка покоится; *m* – масса точки в системе отсчета, относительно которой она движется со скоростью *v*.  
      Из принципа относительности Эйнштейна, утверждающего инвариантность всех законов природы при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, следует, что основной закон динамики Ньютона

F(~)=(dp(~))/(dt)=(d/(dt))\*(mv(~))

оказывается инвариантным по отношению к преобразованиям Лоренца, если в нем справа стоит производная от **релятивистского импульса**:  
  
 F(~)=(d/(dt))\*((m0)/sqr(1-((v^2)/(c^2))\*v(~))                                                                             или  
 F(~)=(dp(~)/(dt),                                                                            
где

p(~)=mv(~)=(m0/sqr(1-((v^2)/(c^2)))\*v(~)                                    
  
      Из приведенных формул следует, что при скоростях, значительно меньших скорости света в вакууме, они переходят в формулы классической механики. Следовательно, условием применимости законов классической механики является условие *v << c*. Законы Ньютона получаются как следствие СТО для предельного случая *v << c*. Таким образом, классическая механика – это механика макротел, движущихся с малыми (по сравнению со скоростью света в вакууме) скоростями.  
      Вследствие однородности пространства в релятивистской механике выполняется **закон сохранения релятивистского импульса**: релятивистский импульс замкнутой системы тел сохраняется, т.е. не изменяется с течением времени.  
      Изменение скорости тела в релятивистской механике влечет за собой изменение массы, а, следовательно, и полной энергии, т.е. между массой и энергией существует взаимосвязь. Эту универсальную зависимость – **закон взаимосвязи массы и энергии** – установил А. Эйнштейн:  
  
                                              E=m\*c^2=(m0\*c^2)/sqr(1-((v^2)/(c^2))                                      
  
      Из этого следует, что любой массе (движущейся *m* или покоящейся *m0*) соответствует определенное значение энергии. Если тело находится в состоянии покоя, то его энергия покоя

E0=m0\*c^2

      **Энергия покоя является внутренней энергией тела**, которая складывается из кинетических энергий всех частиц, потенциальной энергии их взаимодействия и суммы энергий покоя всех частиц.  
      В релятивистской механике не справедлив закон сохранения массы покоя. Именно на этом представлении основано объяснение дефекта массы ядра и ядерных реакций.  
      В СТО выполняется **закон сохранения релятивистской массы и энергии**: изменение полной энергии тела (или системы) сопровождается эквивалентным изменением его массы:  
  
                                     (дельта)m=(дельта)Е/(c^2), (дельта)Е=(дельта)m\*c^2.                       
  
      Таким образом, масса тела, которая в классической механике является мерой инертности или гравитации, в релятивистской механике является еще и мерой энергосодержания тела.  
      Физический смысл выражения (5.14) состоит в том, что существует принципиальная возможность перехода материальных объектов, имеющих массу покоя, в электромагнитное излучение, не имеющее массы покоя; при этом выполняется закон сохранения энергии.  
      Классическим примером этого является аннигиляция электрон-позитронной пары и, наоборот, образование пары электрон-позитрон из квантов электромагнитного излучения:

E++(один из + над е)e-(- над е) <-> 2hv

      В релятивистской динамике значение кинетической энергии *Ek* определяется как разность энергий движущегося *E* и покоящегося *E0* тела:  
  
  Ek(k снизу)=E-E0=m\*(c^2)-m0(c^2)=m0(c^2)\*((1/sqr(1-((v^2)/(c^2))-1)          
  
      При *v << c* уравнение переходит в классическое выражение

Ek=(m0(v^2))/2

      Из формул найдем релятивистское соотношение между полной энергией и импульсом тела:  
  
                                     E^2=(m^2)\*(c^4)=(m0^2)\*(c^4)+(p^2)\*(c^2); E=sqr()=(m0^2)\*(c^4)+(p^2)\*(c^2)                       
      Закон взаимосвязи массы и энергии полностью подтвержден экспериментами по выделению энергии при протекании ядерных реакций. Он широко используется для расчета энергического эффекта при ядерных реакциях и превращениях элементарных частиц.