

## СОВРЕМЕННЫЕ, НОВЫЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ И КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

О.Х. Узатов

Доцент кафедры «Гелиофизика, возобновляемые источники энергии и электроника» БГУ

### АННОТАЦИЯ

Космология – это один из разделов естествознания, который использует различные факты, методы и достижения из астрономии, философии, физики и математики. Естественно-научную базу этой науки составляют астрономические наблюдения Галактики, различных звездных систем, теория относительности А.Эйнштейна, релятивистская термодинамика и различные другие физические теории. В данной статье изложены астрофизические теории структуры и динамики изменения Метагалактики, включающая в себя и определенное понимание свойств всей Вселенной. Вселенная в современной картине мира выступает уже не как ставшее бытие, а как поток становления, порождающий такие фундаментальные объекты природы, как элементарные частицы, из которых формируется наблюдаемая иерархия уровней организации Вселенной.

**Ключевые слова.** Закон Хаббла, теория “Большого Взрыва”, кварки, анизотропия, искривленное пространство, Вселенная, космология, нестационарная Вселенная, “красные смещения”, галактика, квантовые флуктуации, сверхвысокие температуры, плотности вещества, радиация.

### ABSTRACT

Cosmology is one of the branches of natural science that uses various facts, methods and achievements from astronomy, philosophy, physics and mathematics. The natural scientific basis of this science consists of astronomical observations of the Galaxy, various stellar systems, A. Einstein's theory of relativity, relativistic thermodynamics and various other physical theories. This article outlines astrophysical theories of the structure and dynamics of change in the Metagalaxy, which includes a certain understanding of the properties of the entire Universe. The Universe in the modern picture of the world no longer appears as a being that has become, but as a stream of becoming, generating such fundamental objects of nature as elementary particles, from which the observable hierarchy of levels of organization of the Universe is formed.

**Keywords.** Hubble's law, “Big Bang” theory, quarks, anisotropy, curved space, Universe, cosmology, non-stationary Universe, “red shifts”, galaxy, quantum fluctuations, ultra-high temperatures, matter densities, radiation.

Человечество на протяжении всей истории своего развития направляло свой взор к Небу, пытаясь найти объяснение многим и многим явлениям, природу которых оно не могло постичь.

Решение “мировых уравнений” Эйнштейна из Общей теории относительности позволило русскому математику и физику-теоретику А.А.Фридману построить математические модели Вселенной. Однако первую модель Вселенной предложил сам А. Эйнштейн, который пришел к ошибочному выводу, что Вселенная должна быть стационарной (неразвивающейся) и иметь форму четырехмерного цилиндра. Фридман же доказал, что искривленное пространство Вселенной не может быть стационарным. В 1922-1924 годах А. Фридман выступил с критикой идеи Эйнштейна и показал необоснованность исходного постулата Эйнштейна о стационарности, неизменности Вселенной во времени.

Исходя из противоположного постулата о возможности изменения радиуса кривизны мирового пространства во времени, Фридман нашел новые решения мировых уравнений Эйнштейна. На основе этих решений он построил три математических модели Вселенной. В двух из них радиус кривизны пространства растет, и Вселенная расширяется (в одной модели расширяется из точки, в другой – из некоторого объема). Третья модель рисует картину пульсирующей Вселенной с периодически меняющимся радиусом кривизны. Две первые модели Фридмана уже вскоре нашли точное подтверждение в непосредственных наблюдениях движений далеких галактик – в так называемом эффекте “красного смещения” в спектрах галактик. “Красное смещение” свидетельствовало о взаимном удалении всех достаточно далеких друг от друга галактик и их скоплений.

С именем американского астронома Эдвина Хаббла (1889-1953) связано открытие универсальной космологической закономерности – эффекта расширения Вселенной. Своим открытием он получил ответ на главный вопрос космологии – о конечности или бесконечности Вселенной. Хаббл измерил скорости 18-ти галактик в ближайшем к нам созвездии Девы. Он уловил общую закономерность движения галактик: “красные смещения” в спектрах галактик росли пропорционально расстояниям от наблюдателя (или от центра нашей галактики).

Эта установленная Хабблом в 1929 году закономерность вошла в астрономию как закон Хаббла. ( $v = H \cdot r$ ), где  $v$  – скорость разбегания галактик,  $H$  – коэффициент пропорциональности или постоянная Хаббла,  $r$  – расстояние до наблюдаемой галактики. Для коэффициента пропорциональности Хаббл нашел значение  $H = 560 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпс}}$  (Мпс – миллион парсеков или расстояние, которое проходит свет за 3,3 млн. земных лет). Это

означало, что с увеличением расстояния на 1 Мпс скорость разлетания галактик увеличивается на 560 км/сек. Эта величина, получившая наименование “постоянной Хаббла”, является одной из фундаментальных в космологии. Однако Хаббл сильно зависил значение  $H$ . Это значение неоднократно уточняли и в настоящее время оно принимается равным 50-100 км/сек · Мпс. Для близких областей Вселенной закон Хаббла носит статистический характер, то есть проявляется не для каждой пары галактик, а для большого их числа. Для достаточно далеких друг от друга объектов закон этот проявляется и для индивидуальных объектов.

**Величина, обратная постоянной Хаббла ( $1/H$ )**, означавшая время, в течение которого разбегаются галактики, прямо указывала на то, что должно было существовать начало такого разбегания, а может быть и начало существования самой Вселенной. Такая интерпретация закона Хаббла с очевидностью подтверждала теорию нестационарной Вселенной, построенной Фридманом. В астрономической картине мира утвердился образ нестационарной развивающейся Вселенной. Если средняя плотность вещества во Вселенной меньше критической ( $5 \cdot 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>), то Вселенная будет бесконечно расширяться, то есть будет бесконечной. В противном случае Вселенная начнет сжиматься, коллапсировать, то есть будет конечной. При расширении Вселенной плотность ее уменьшается, если кривизна пространства = 0 или < 0, но если кривизна > 0, то плотность будет, несмотря на расширение Вселенной, возрастать, то есть Вселенная будет как бы “закручиваться”.

В релятивистской модели Вселенной получает развитие идея эволюции; она относится к Вселенной в целом. Однако нет никаких оснований распространять явления, наблюдаемые в ограниченной, хотя и огромной части Вселенной, на всю Вселенную. В бесконечных просторах космоса мыслимы и отдельные конечные области со своими характерными для них физическими явлениями и даже законами. Именно в этом направлении эволюционирует современная астрономическая картина мира. В ней укрепляется представление о существовании крупномасштабных не стационарностей во Вселенной, которые проявляются в процессах формирования огромных комплексов материи. К примеру, вся Метагалактика может составлять один такой комплекс или даже его часть.

### **Теория большого взрыва.**

Формирование научной эволюционно-космологической теории Большого Взрыва связано с именем американского физика Дж. Гамова (1904-1968). Согласно теории Большого Взрыва вся современная наблюдаемая нами Вселенная представляет собой

результат катастрофического взрыва материи находившейся до того в чудовищно сжатом сверхплотном состоянии, состоянии сингулярности, недоступном пока для понимания и описания в рамках современной физики. Начавшееся при этом взрыве расширение материи привело первоначально к неразделимой смеси – излучения и вещества. Огромное количество водорода в наблюдаемой части Вселенной заставляет предположить, что в начальной фазе ее расширения она была заполнена главным образом высокотемпературным излучением, хотя и содержала некоторое количество частиц и античастиц. После взаимной аннигиляции последних остался некий избыток частиц. Среди частиц можно выделить тяжелые (нейтроны, протоны, гравитоны) и легкие (электроны, нейтрино). Исходное соотношение между излучением (числом фотонов) и частицами сохраняется и в современной Вселенной.

Дж. Гамов и его ученики в 1948 году предсказали, что в современной Вселенной остывшее первичное излучение должно наблюдаться как тепловое, соответствующее температуре  $5^0 \text{ K}$  ( $0^0 \text{ K} = -273,15^0 \text{ C}$ ). Специалистам радиофизикам представлялось невозможным выделить столь слабый сигнал из общего излучения звезд, галактик, межзвездной среды. Однако уже в 1956 году в Пулковской обсерватории зарегистрировали подобное излучение с помощью рупорной антенны, хотя и с небольшой точностью (его температуру определили в пределах  $3,9-4,2^0 \text{ K}$ ). Окончательное же подтверждение предсказанию Дж. Гамова было дано американскими радиоинженерами А. Пензиасом и Р. Уилсоном в 1964 году при испытании рупорной антенны для наблюдения американского спутника. Обнаруженное первичное остаточное радиоизлучение, интенсивность которого была одинаковой во всех направлениях, И. С. Шкловский назвал реликтовым. Это открытие подтвердило теорию Большого Взрыва (горячей Вселенной) и показало, что у нашей Вселенной имеется ранняя история и что она, действительно, эволюционировала.

Существует ряд сценариев формирования Вселенной в результате Большого Взрыва. Один из них был предложен П.Девисом.

Расширение Вселенной, судя по современной его скорости, началось 15-20 млрд. лет назад. Раннюю Вселенную можно охарактеризовать как последовательность эпох. Самая ранняя продолжалась  $10^{-43}$  сек, то есть это возраст равный одной планковской единицы времени. К концу этой эпохи  $T$  составляла  $10^{32} \text{ K}$ , а плотность вещества достигала  $10^{97} \text{ кг/ м}^3$ . В эту же эпоху существовали элементарные строительные блоки (кварки).

По мере падения температуры ( $T$ ) из кварков образовались адроны, которые при

дальнейшем уменьшении температуры распались. Через 1 микросекунду ( $10^{-3}$  сек) после начала расширения вещество Вселенной состояло из частиц (протонов, нейтронов, электронов, мюонов, пионов, нейтрино и гравитонов) и их античастиц. Приблизительно через 1 сек в результате аннигиляции остались только нейтроны, протоны, электроны, нейтрино, гравитоны. При дальнейшем снижении температуры, когда энергия упала ниже энергии связи сложных ядер, протоны объединились с нейтронами, образуя атомные ядра.

В этом первичном синтезе образовалось 25% гелия, остальное же вещество почти полностью состояло из свободных протонов. Температура продолжала снижаться и была уже слишком низкой для синтеза ядер. За это время успело образоваться лишь очень немного ядер тяжелее, чем ядра гелия. Охлаждение продолжалось и далее, но темп его замедлился, так что потребовалось  $10^{15}$  сек, чтобы температура (Т) достигла  $10^4$  К. На этой стадии свободные протоны и электроны образовали атомный водород. Вещество стало прозрачным для излучения и с этого времени вещество и излучение разъединились. Образовавшийся и охлаждающийся газ образовывал облака, из которых возникали протогалактики. Области повышенной плотности притягивали дополнительное вещество, и их сила тяготения увеличивалась. Медленное сжатие протогалактик происходило под действием самогравитации. Одна за другой сменялись последовательные эпохи, пока в газовых облаках начался процесс звездообразования. Так как протозвезды сжимались, происходило постепенное их разогревание до тех пор, пока температура центральных областей не поднялась до нескольких млн. градусов, чтобы началась термоядерная реакция.

С момента выделения ядерной энергии сжатие протозвезды прекращается, так как температура и давление в центре ее возрастают и уравнивают силу гравитации. Протозвезда обретает равновесие, становится звездой.

Другой сценарий эволюции Вселенной мы находим у Тулио Редже.

Вещество Вселенной находилось в крайне сжатом состоянии, с плотностью в тыс. млрд. раз больше, чем плотность воды и при температуре (Т) 1 трл.  $^{\circ}\text{C}$ . Происходящее можно было сравнить с быстрым расширением воздуха, нагретого в велосипедном насосе. Чем же был заполнен космос в эти мгновения? Если частицы нагреть до 1 трл.  $^{\circ}\text{C}$ , то они будут сталкиваться друг с другом с такой силой, что атомы разобьются на ядра и электроны, из которых они состоят. Более того, энергия разлетающихся частей будет столь велика, что сможет материализоваться, согласно формуле А.Эйнштейна ( $E=mc^2$ ) и привести к появлению антивещества.

Космические соударения сначала происходят в неистовом ритме, который со

временем затихает; и, в конце концов, соударения станут совсем редкими. Расширяясь, Вселенная охлаждается со скоростью обратно пропорционально ее радиусу. При увеличении времени от 1 – 4 сек. Радиус увеличится в 2 раза, а температура уменьшится в 2 раза. И лишь через 1 млн. лет температура (Т) упадет до 4 тыс.  $^{\circ}\text{C}$  и свободные электроны начнут соединяться с ядрами, образуя атомы. На сегодняшний день образ “взрывающейся Вселенной” дополняется образом “коллапсирующей Вселенной”. Уточнение средней плотности вещества во Вселенной (в Метагалактике) даст ответ на вопрос о том, станет ли когда-нибудь коллапсирующей вся Метагалактика в целом. На сегодняшний день средняя плотность вещества во Вселенной составляет  $10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>, что меньше критической плотности ( $5 \cdot 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>).

Одна из наиболее острых проблем современной космологии – это проблема “скрытой массы”, от которой зависит оценка средней плотности вещества во Вселенной. Одним из проявлений скрытой массы являются “черные дыры”. В них, как предполагают ученые, сосредоточено 9/10 массы Вселенной. “Черная дыра” – это огромная масса в сравнительно небольшом объеме; под действием самогравитации эта масса начинает неудержимо сжиматься, происходит гравитационный коллапс.

Поэтому “черная дыра” ничего не выпускает наружу, не отражает, а, следовательно, ее невозможно обнаружить. Пространство там сильно искривляется, а время замедляет свой ход. Сила тяготения на поверхности столь велика, что для ее преодоления необходимо развить скорость, превышающую скорость света. Ученые предполагают, что “черные дыры” расположены в ядрах галактик. Однако, у концепции расширения Вселенной (Большого Взрыва) есть и противники. Так, в 1988 году Ю.Учаев предложил гипотезу вращающейся Вселенной. Согласно этой гипотезе, все космические тела, объекты и их всевозможные образования вращаются. Собственное вращение – это такое же “врожденное” их свойство, как и наличие некоторой массы. В этой гипотезе “красное смещение” галактик объясняется следствием не продольного, а поперечного эффекта Доплера.

Для такого эффекта величина “красного смещения” имеет уже не линейную, а квадратическую зависимость от расстояния до галактики, движущейся по окружности вокруг приемника сигнала. Отсюда следует, что при заданной величине регистрируемого “красного смещения” расстояния от удаленных объектов, определенные в рамках гипотезы вращающейся Вселенной, будут намного меньше, чем расстояния до тех же объектов, определенные на основе концепции расширяющейся Вселенной. Естественно, что уменьшение расстояний во вращающейся Вселенной приводит и к уменьшению ее

объема, и к увеличению, как следствие первого, средней плотности вещества. Причем это увеличение возросло на 3-5 порядков по сравнению с плотностью вещества в расширяющейся Вселенной, что привело к превышению критической средней плотности на 1-3 порядка.

Из этого следует, что становится невозможным как бесконечное расширение нашей Вселенной, так и последующее ее сжатие в малый объем, непомерный рост температуры и плотности вещества. Допуская в принципе возможность определенного расширения или сжатия вещества, модель вращающейся Вселенной не требует расширения мироздания из бесконечно малого объема либо последующего сжатия в такой объем. «Устойчивость» модели достигается тем, что взаимное притяжение галактик компенсируется центробежными силами, возникающими при их вращательном движении по дугам окружностей. Сохраняется в данном случае возможность объяснения, наблюдаемого «красного смещения» следствием эффекта Доплера.

Автор гипотезы, вращающейся Вселенной отмечает, что, разрешая одни проблемы, ученые порождают другие, на которые еще предстоит найти ответы. Например, почему угловая скорость Вселенной постоянна? Другая проблема: во вращающейся Вселенной должна наблюдаться анизотропия (то есть неравноправность направлений) распределения «красного смещения» в зависимости от величины угла между осью вращения Вселенной и направлением на соответствующую галактику. Такой анизотропии в явном виде к настоящему времени не обнаружено.

Стандартная фридмановская модель предсказывает два варианта конца современной Вселенной — либо «тепловая смерть» в результате непрерывного расширения, либо последующее сжатие (Big Crush — Большой хлопок). Согласно теории, первому сценарию соответствует средняя плотность материи меньше, чем  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>; второму - больше этой величины. По данным астрофизики, современные оценки плотности как раз дают  $10^{29}$  г/см<sup>3</sup>, поэтому выбор между обоими эволюционными сценариями, оба из которых «хуже», остается как будто неопределенным.

Однако наблюдения над аномалиями в движении звезд и галактик привели астрономов к выводу, что, кроме видимого вещества, во Вселенной должна существовать недоступная прямым наблюдениям темная материя, содержание которой намного превосходит количество вещества. Вопрос о природе этой материи неясен. Возможно, это холодный межзвездный газ, белые карлики, нейтрино или другие странные частицы. Отличный от стандартных прогнозов взгляд на будущее Вселенной можно получить, используя идеи нелинейной науки.

Факт рождения Вселенной из вакуума означает, что ее нельзя рассматривать как замкнутую систему и, следовательно, ее эволюция подчиняется закономерностям теории самоорганизующихся систем. И, следовательно, теория Всего, о которой мечтают физики, должна включать динамическую неустойчивость. А это означает, по мнению И.Р. Пригожина, что по мере того, как Вселенная эволюционирует, обстоятельства создают новые закономерности.

Одно из таких нестандартных обстоятельств — возможность рождения дочерних вселенных. Исходный постулат этой гипотезы состоит в том, что существует пространственно-временная пена — квантовые флуктуации на уровне планковских масштабов. Существование этой пены можно проверить экспериментально, наблюдая реакцию на нее мощных гамма-квантов с энергией порядка  $10^{16}$  ГэВ, излучаемых ядрами галактик или квазарами. Если зоны такой пены существуют, то становится возможным спонтанное рождение обособленных пространственно-временных областей, гравитационно отделенных от Вселенной-матери. Наблюдать их можно по мощным вспышкам излучения, идущего «ниоткуда». Возможен индукционный механизм возникновения таких областей вследствие столкновения двух частиц сверхвысокой энергии (файербол).

### **Антропный космологический принцип**

Этот принцип — это одна из наиболее острых и спорных проблем современного миропредставления. Область его применения — роль и место разумной жизни во Вселенной, а более конкретно — человека. Существуют три исторические парадигмы, дающие ответ на этот вопрос:

1. Вселенная антропоморфна, она — целостный организм, а человеком управляют высшие космические силы (Аристотель, Птолемей).
2. Вселенная — механизм, созданный Богом, который сотворил человека по своему образу и подобию (Декарт, Ньютон).
3. Стандартная космологическая модель, в рамках которой возникновение разумной жизни — проявление законов случая.

Анализ этих проблем привел к «антикоперниканскому» перевороту в космической философии. Оказалось, что во Вселенной существует очень точная подгонка фундаментальных физических констант, и даже малые отклонения от стандартных значений привели бы к такому изменению свойств Вселенной, что возникновение в ней человека стало бы невозможно. Эту проблему исследовал Г.М. Идельс, А.М. Зельманов, Б. Картер, Ф. Хойа, Н.Л. Розенталь, Дж. Уилер, Ф. Типлер, С. Хокинг и другие ученые. Эта

удивительная приспособленность Вселенной к существованию в ней человека получила название антропного принципа (АП).

Наблюдая Вселенную и изучая историю ее эволюции, многие ученые пришли к выводу, что в ней действует некий принцип, организующий Вселенную определенным оптимальным образом. Так, энергия расширения Вселенной очень хорошо согласовывалась с ее гравитационной энергией, обеспечивая Вселенной максимально длительный срок существования. Некоторые физики предположили, что строение физического мира неотделимо от существования его обитателей, наблюдающих мир. Физики утверждают, что существует принцип, осуществляющий невероятно тонкую подстройку всех явлений и процессов во Вселенной, но это не физический принцип, а антропный, связанный с человеком как частью Вселенной.

Антропный принцип был впервые выдвинут английским астрофизиком Бенджамином Картером в 1973 году в качестве противовеса неоправданно широкому использованию принципа Н. Коперника, согласно которому мы не занимаем привилегированного места во Вселенной. Последнее положение является ошибочным с позиций современной науки, так как само наше существование как сложных физико-химических существ требует определенных условий, которые встречаются только в определенных местах Вселенной и на определенных стадиях ее истории.

Само наше существование как разумных существ сильно зависит от структуры физического мира. Так, если бы любое из точно отрегулированных условий было нарушено, то жизнь была бы невозможна (по крайней мере, известная нам ее форма). Многие из основных свойств Вселенной определяются, в сущности, значениями фундаментальных физических констант, таких как гравитационная постоянная, заряд электрона, масса протона, постоянная Планка, скорость света в вакууме и др. Свойства Вселенной были бы совершенно иными, если бы перечисленные константы имели значения, хотя бы слегка отличающиеся от наблюдаемых. Все это побуждает задать вопрос: почему из бесконечной области всевозможных значений фундаментальных констант, из бесконечного разнообразия первоначальных условий, которые могли бы существовать в ранней Вселенной, реализуется вполне конкретный набор и конкретные величины констант? Ответы на этот и подобные вопросы пытается дать Антропный принцип, который подразделяется на 4 вида (модификации).

#### **Слабый Антропный принцип:**

То, что мы ожидаем наблюдать, должно быть ограничено условиями нашего существования как наблюдателей. Так, любые космологические наблюдения, сделанные

астрономами, основаны на всеобъемлющем селекционном эффекте: нашем собственном существовании. Мы, к примеру, не можем наблюдать явления, которые противоречили бы нашему существованию (сверхвысокие температуры, плотности вещества, радиацию и т.п.)

#### **Сильный Антропный принцип:**

Вселенная должна иметь такие свойства, которые позволяют жизни развиваться внутри нее на некоторой стадии ее истории. Или, Вселенная такова, потому, что мы существуем. Этот принцип указывает на специфику самой Вселенной, которую мы населяем. Оказывается, для устойчивого существования атомов, звезд, галактик необходима очень тонкая “подгонка” ряда численных величин фундаментальных физических констант. Небольшое отклонение от этих величин, хотя бы одной из них, приводит к резкой потере устойчивости или к выпадению определенного звена эволюции. Получается, что наша Вселенная “запрограммирована” кем-то определенным, наилучшим образом. Это может быть Творец или еще какая-либо высшая разумная сила. Здесь мы получаем выход в теологию. Чтобы избежать обвинения в теологизме, ученые (Гут, Стейнхард, Линде и др.) предложили гипотезу множественности вселенных. Согласно ей, наша Вселенная лишь одна из множества существующих Вселенных, и нам повезло, что в результате игры случая в ней сложились оптимальные условия для нашего существования.

#### **Антропный принцип участия:**

Необходимы наблюдатели, чтобы существовала Вселенная /Уиллер/. Этот принцип имеет физическое содержание, когда рассматривается в свете попыток интерпретации квантовой механики (копенгагенской школы).

#### **Финальный Антропный принцип:**

Разумный информационный процесс должен возникнуть во Вселенной и, однажды возникнув, он никогда не умрет /Ф.Типлер/. Если образование сознания с необходимостью подразумевается всеобщим порядком, то тогда будет трудно примириться с перспективой его будущего разрушения, которое кажется неизбежным в ряде космологий. Более разумно было бы предположить, что природа не безразлична к будущей судьбе сознания и обеспечит условия его вечного существования, совсем не обязательно в человеческих формах. Хотя Финальный антропный принцип есть утверждение физики, он, тем не менее, связан с моральными ценностями и подразумевает усовершенствованный космос.

**Использованная литература:**

1. Uzokov O.Kh., Muhidova O.N. (2021). Factor determining the efficiency of innovative activities of a teacher. *International journal of discourse on innovation, integration and education*. Vol. 2 No. 1, pp. 81-84.
2. Мирзаев Ш.М, Узаков О.Х. (2001). Испытания адсорбционного гелиохолодильника бытового назначения *Вестн. Междунар. Академии холода*, № 1 С. 38-40.
3. Узаков О.Х., Мухидова О.Н. (2021). Научные исследования: основы методологии // *Science and Education* 2 (12), с. 376-386
4. Узаков О.Х. (2021). Сущность некоторых физических научных концепций и приложений // *Общество и инновации*. № (8), С. 287-295.
5. Uzakov. O.X. (2021). Innovative technologies and methods training in education. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal* Vol. 11, Issue 1, January pp.1304– 1308.
6. Узаков О.Х. (2021). Философские рассуждение по научным понятиям. *Innovation in the modern education system. International scientific conference (25th September,)* – Washington, USA: "CESS", Part 10 pp.7– 14.
7. Uzakov. O.X. (2020). Chaos as the basis of order. Entropy as measures of chaos. *International Journal of Advanced Academic Studies*, 2(2): 16149-16154.
8. Uzakov. O.X. (2020). The emergence of chaos. *International Journal of Advanced Academic Studies*. 2 (2): 221-223.
9. Узаков О.Х. (2021). Инновационные технологии и методы обучения в образовании. *Innovation in the modern education system. International scientific conference, (25th January, 2021)* – Washington, USA: "CESS", Part 1. pp.221-227.
10. Узаков О.Х. Сущность некоторых физических научных понятий и области их применения. *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences Scientific Journal Impact Factor VOLUME 1 | ISSUE 8* pp.133-143.
11. Узаков О.Х. (2000). Адсорбционная гелиохолодильная установка // *Гелиотехника* 2, С.74-78.
12. Қулиева Ш., Узаков О.Х., Назарова Д. (2021). Техник ijodkorlik va konstruksiyalash fanida talabalarning kompetentligini rivojlantirish mazmuni // *Общество и инновации*. 2, 10/S, С. 278-285.
13. Uzakov O.Kh. (2022). Methodology and some methods of pedagogical research // *Current research journal of pedagogics*. 3, 03 С. 70-79.
14. О.Х.Узаков, О.Н.Мухидова. (2022). Современные международные системы оценки

гарантия качества образования. Research and education, 1(2), 112–120.

15. Узаков О. Х., Муртазоев А. Н.У., Тошев Ю.Н. (2021). Физические научные понятие и их образования // *Academic research in educational sciences*, № (9), С. 210-218.

16. Сайфуллаева Д.А., Узоков А.Х, Ахтамов Б.Р. (2020). Методы оценки знаний студентов при обучении специальным предметам // *Проблемы современной науки и образования* 12-2 (157)

17. Sh M Mirzaev, O.Kh. Uzakov (2000). Solar absorption refrigerating unit № (2), С. 68-71

18. Yu.N. Yakubov, S. Saidov, O.Kh. Uzakov, Sh.M. Mirzaev. (1991). Dependence of energy stored by the receivers located in the field of radiation on their surface area and heat capacity // *Гелиотехника*. 4, С.12-16.

19. Узаков О.Х., Очилов Ш.Б., Каххоров С.Х. (2022). Методология и некоторые методы педагогического исследования. *Eurasian journal of social sciences, philosophy and culture*, VOL.2 | ISSUE 5, pp.351-361

20. ОҲ Узоқов, СХ Каххоров (2023). Ўқувчиларнинг ақлий функциялари, ижодий қобилиятлари ва шахсий фазилатларини ривожлантириш усуллари. *Gospodarka i Innowacje*. Vol. 33pp. 255-262

21. О. Х. Узаков (2023) Востребованные качества личности–в его компетентности // *the role of science and innovation in the modern world vol. 2 no. 3* С. 86-94

22. У.О. Хамраевич, Н.С. Пономарёва (2022) Основные факторы познания и обучения. // *the role of science and innovation in the modern world vol. 1 no. 3*. с. 12-28

23. Узоқов О. (2022). Креатив қобилиятларни ривожлантириш – интеллектуал салоҳиятни ошириш омили сифатида. // *Педагогика и психология в современном мире: теоретические и практические исследования*, 2(17), 281–288.

24. Узоқов О. (2022). Ўқувчиларни касб – хунарга йўналтириш ўқув-тарбия жараёнининг таркибий қисми сифатида. *Евразийский журнал социальных наук, философии и культуры*, 2(5), 362–367.

25. Uzakov O., Ponomarova N. (2022). Vocational orientation of students as an integral part of the educational process. *Евразийский журнал социальных наук, философии и культуры*, 2(5), 367–371.

26. Uzakov O.Kh. (2022). Creative technologies as a factor in increasing the intellectual activity of students // *International Journal of Early Childhood* Vol. 14 No. 03. pp. 4414-4417

27. О.Х. Узаков (2022) Профессиональная компетентность - это качества присущие самым успешным работникам // *педагогическая акмеология*, 279-285

28. Қулиева, Ш., Узоқов О., Холматова, К. (2021). Талабаларнинг креатив қобилиятларини

шакллантиришда технологик таълимнинг узвийлигини таъминлаш-педагогик муаммо сифатида. *Общество и инновации*. 2, 6, С. 222–229.

29. O.K.Uzokov (2020) The emergence of chaos // *International Journal of Advanced Academic Studies* 2 (2), 221-223

30. Yakubov Yu.N, Mirzaev Sh.M, Boltaev S.A, Uzakov O. Akhmedov A.A. (1996). An increase in the sorbent efficiency in sun refrigerating plants // *Applied solar energy* № (1), pp. 65-68

31. Uzakov. O.X. (2021). Improving pedagogical skills throughout life learning. *International Vritual Conference On Innovative Thoughts, Research Ideas and Inventions in Sciences Hosted from Newyork, USA January 20 th*.

32. Рахматов И.И., Толибова О. Модель массопереноса при сушке в режиме прямотока и противотока // *Вестник науки и образования* (2020). № 18(96). Часть 2. С. 9-12.

33. Каххоров С., Рахматов И., Мухаммедов Ш.М. Особенности построения образовательного процесса на основе модульных технологий обучения в Узбекистане // *Вестник науки и образования* (2020) № 18(96) Часть 2 С. 33-36.

34. Ахмадалиева Л.Х., Умаров К.У., Турсунов Х.Х., Рахматов И.И., Булханов Р.У., Раббимов А.Р., Марупов Ф.Н. Влияние Гамма-облучения на всхожесть семян пустынных кормовых растений // *Известия ТСХА*. – 2006. – Вып. 2. – С. 139 – 142.

35. Л.Х. Ахмадалиева, К.У. Умаров, Х. Турсунов, И.И. Рахматов, Р.У. Булханов, А.Р. Раббимов, Ф.Н. Марупов. Влияние гамма-облучения на всхожесть семян пустынных кормовых растений / *Известия ТСХА*, выпуск 2, 2006 год. Ст 139-142.

36. Raxmatov Ilhom Ismatovich. Mirzaev Mirfayz Salimovich. Halimov Nuriddin Najmiddin o'g'li. O'zbekiston sharoitida quyosh fotoelektrik stansiyalarini shlatishning ilmiy texnik imkoniyatlari Том 2 № 20 (2024): *Новости образования: исследование в XXI веке / ст.414-430*.

37. Ilhom Ismatovich Raxmatov. Shodiya Ihomovna Raxmatova. Raqamli ta'lim muhitida pedagoglarni samarali ishlashi uchun kompetensiyalarni shakllantirish. / *Science and Education" Scientific Journal* P381-386.

38. Ilhom Ismatovich Raxmatov Qobil Salimovich To'yqulov. Avtomobil va unig atrof muhitga ta'siri "*Science and Education" Scientific Journal*.143-148.

39. Jura Jumaev, Salim Ibragimov, Shavkat Mirzaev. Modeling of the process of solar drying of grapes in indirect type installations with natural air convection. // *Journal of Physics: Conference Series*, 2573, (2023/9/1) С 012043.

40. Ibragimov Salim, Xusenov Chinorbek. Experimental drying plant of direct type for drying

- grapes. // Involta Scientific Journal, Vol. 2 No. 1, (2023).
41. Ibragimov Salim, Fuzailov Farhad. Experimental establishment of the physical mechanism of the drying process. // Involta Scientific Journal, Vol. 2 No. 1, (2023).
42. Ибрагимов С.С., Кодиров Ж.Р., Хакимова С.Ш. Исследование усовершенствованной сушилки фруктов и выбор поверхностей, образующих явление естественной конвекции. // Вестник науки и образования (2020) №20 (98). С 6-9.
43. С.С.Ибрагимов, Л.М.Бурхонов. Изучить взаимосвязь между поверхностью конденсации и прозрачной поверхностью в опреснителях воды. // Eurasian Journal of Academic Research 1 (9), 709-713.
44. С.С.Ибрагимов. Определение геометрических размеров теплицы и способы подбора материалов.// Молодой ученый, (2016) С 105-107.
45. С.С.Ибрагимов. Проектирование двухскатной теплицы с эффективным использованием солнечного излучения.// Молодой ученый, (2016) С 103-105.
46. С.С.Ибрагимов, А.А.Маликов. Исследование теплового режима инсоляционных пассивных систем.// Молодой ученый, (2017) С 27-29.
47. С.С.Ибрагимов. Результаты лабораторной модели сушки фруктов.// Молодой ученый, (2016) С 79-80.
48. С.С.Ибрагимов. Результаты испытания водоопреснителя парникового типа.// Молодой ученый, (2017) С 67-69.
49. Ш.М.Мирзаев, Ж.Р.Кодиров, С.С.Ибрагимов. Способ и методы определения форм и размеров элементов солнечной сушилки. // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE), (2022) С 30-39.
50. Sh.M.Mirzaev, J.R.Kodirov, S.S.Ibragimov. Method and methods for determining shapes and sizes of solar dryer elements.// Scientific-technical journal 4 (4), (2021) С 68-75.
51. С.С.Ибрагимов. Выбор поверхностей, ускоряющих естественную конвекцию в фруктосушилках, путем проведения опытов.// Молодой ученый, (2017) С 66-67.
52. Ilhom Hikmatov, Salim Ibragimov. Experimental Verification of the Operation of a Solar Dryer Such as an Advanced Greenhouse for Drying Grapes.// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, (2019) Том 6.
53. Салим Сафарович Ибрагимов, Шавкат Мустакимович Мирзаев. Экспериментальная сушильная установка прямого типа для сушки винограда.// Новости образования: исследование в XXI веке, (2024/4/10) С 355-365 Том 2.
54. Салим Ибрагимов, Чинорбек Хусенов. Узумни қуритиш учун парник типдаги қуёш қуритгичининг ишлашини тажриба усули билан текшириш.// Involta Scientific Journal,

(2022/2/20) С 221-229 Том 1.

55. Ш.М. Мирзаев М.С. Мирзаев, С.С. Ибрагимов. Экспериментальное исследование оптимального режима работы наклонно-многоступенчатой лабораторно-опытной опреснительной установки. // проблемы информатики и энергетики, (2018) Том 4.

56. Улмасой Фармоновна Тураева, Шухрат Фармонович Тураев, Салим Сафарович Ибрагимов. Определение излучательной способности стационарным методом.// Молодой ученый, (2013) С 83-86 №7.

57. Sh. Mirzaev, J. Kodirov, S.I. Khamraev. Method for determining the sizes of structural elements and semi-empirical formula of thermal characteristics of solar dryers. // APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1070 (2022) 012021.

58. Кодиров Ж.Р., Маматрузиев М., Составление программного обеспечения, алгоритм и расчет математической модели применения свойств солнечного опреснителя к точкам заправки топливом. // Молодой ученый, (2018) С 50-53.

59. Кодиров Ж.Р., Маматрузиев М. Изучение принципа работы устройств насосного гелио-водоопреснителя. // Международный научный журнал «Молодой ученый», 26(2018) С48-49.

60. Кодиров Ж.Р., Хакимова С. Ш, Мирзаев Ш.М. Анализ характеристик параболического и параболоцилиндрического концентраторов, сравнение данных, полученные на них. // Вестник ТашИИТ №2 2019 С 193-197.

61. Кодиров Ж.Р., Мавлонов У.М., Хакимова С.Ш. Аналитический обзор характеристик параболического и параболоцилиндрического Концентраторов. // Наука, техника и образование 2021. № 2 (77). С 15-19.

62. Qodirov J, Hakimova S. Suv nasos quyosh chuchitgichi takomillashgan qurilmasini loyihalash usuli. // Центр научных публикаций. Том 1 № 1 (2020).

63. Qodirov J, Hakimova S. Quyosh konsentratorlari boyicha jahonda olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar holati. // Центр научных публикаций. Том 1 № 1 (2020).

64. Мирзаев, Ш., Кодиров, Ж., & Хакимова, С. (2023). Определение геометрических размеров плоского солнечного коллектора устройства естественной конвекции непрямо солнечной сушилки и изучение режима работы. Innovatsion Texnologiyalar, 49(01), 20–27.

65 JR Qodirov, IY Avezov. Yuqori sinflarda fizika darslarida internet texnologiyalaridan foydalanish. // Volume 1, Issue 9, December. 2023, 19-24.

66. Qodirov J.R., Mirzayev Sh.M., Hakimova S.Sh. Improvement of the indirect solar dryer with natural air convection. // Альтернативная энергетика. #2 (09) 2023. Pp 14-21.

67. Arabov Jasur Olimboyevich., Hakimova Sabina Shamsiddin qizi., To'xtayeva Iqbola

Shukurillo qizi. Past haroratli qiya ho'llanadigan sirtli quyosh suv chuchutgichlarida bug'lanadigan sirt bilan kondensatsiyaladigan sirt orasidagi masofani optimallashtirish.// Eurasian journal of academic research Innovative Academy Research Support Center. Volume1 Issue01, April 2021.

68. J ARABOV. Qiya-namlanadigan sirtli quyosh suv chuchitgich qurilmasini tadqiq qilish. // Центр научных публикаций. (buxdu. uz): Том 1 № 1 (2020):

69. J ARABOV. Qiya–namlanadigan quyosh suv chuchutgichlarining tuzilishi va ishlash prinsipi. // Центр научных публикаций. (buxdu. uz): Том 1 № 1 (2020):

70. Arabov J.O., Hakimova S.Sh., To'xtayeva I.Sh. Past haroratli qiya ho'llanadigan sirtli quyosh suv chuchutgichlarida bug'lanadigan sirt bilan kondensatsiyaladigan sirt orasidagi masofani optimallashtirish.// Eurasian journal of academic research Innovative Academy Research Support Center. Volume 1 Issue 01, (2021)