

**Impact Factor:**

ISRA (India) = 6.317  
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 ПИИИ (Russia) = 0.126  
 ESJI (KZ) = 9.035  
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal  
**Theoretical & Applied Science**

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 04 Volume: 96

Published: 28.04.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Shokhrukh Kurbonov  
 Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering  
 Master's degree student

## CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF BASALT RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF PORTLAND CEMENT CLINKER

**Abstract:** The purpose of this article is to characterize basalt rocks as an alternative raw material for the production of Portland cement clinker and to evaluate its possible use as an additive in the cement industry. It describes the physical, chemical, and microstructural characteristics of basalt clinker, as well as the effect of its addition to Portland cements on the hydration, water demand, setting, and mechanical strength of standardized mortars. Basalt mixtures can be successfully used as an aluminosilicate raw material to partially replace traditional raw materials, resulting in resource savings and ensuring the quality of the cement produced. The study of the use of basalts together with limestone materials can be important from the point of view of cement technology. The basalt mixture reduces the specific weight of cements. The results of tests of cements based on basalt mixtures for compressive strength showed that basalt reacts with the elements present in the media in the long term, and also increases the strength. The study demonstrates the potential of using basalt rocks as a substitute for raw materials in the traditional production of Portland cement. It was shown that the operating conditions of the furnace may have to be adjusted depending on the quartz content in the basalts.

**Key words:** basalt, limestone, cement industry, Portland cement, raw materials, construction.

**Language:** Russian

**Citation:** Kurbonov, S. (2021). Characteristics and technological properties of basalt raw materials in the production of portland cement clinker. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (96), 355-360.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-96-72> **Doi:** <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.04.96.72>

**Scopus ASCC:** 1600.

### ХАРАКТЕРИСТИКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАЗАЛЬТОВОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

**Аннотация:** Цель данной статьи - охарактеризовать базальтовые породы как альтернативное сырье для производства портландцементного клинкера и оценить его возможное использование в качестве добавки в цементной промышленности. В нем описываются физические, химические и микроструктурные характеристики базальтового клинкера, а также влияние его добавления в портландцементы на гидратацию, водопотребность, схватывание и механическую прочность стандартизованных строительных растворов. Базальтовые смеси могут успешно использоваться в качестве алюмосиликатного сырья для частичной замены традиционного сырья, что приводит к экономии ресурсов и обеспечению качества производимого цемента. Исследование использования базальтов вместе с известняковыми материалами может иметь важное значение с точки зрения цементной технологии. Базальтовая смесь снижает удельный вес цементов. Результаты испытаний цементов на основе базальтовых смесей на прочность при сжатии показали, что базальт вступает в реакцию с элементами, присутствующими в средах, в долгосрочной перспективе, а также увеличивает прочность. Исследование демонстрирует потенциал использования базальтовых пород в качестве замены сырья при традиционном производстве портландцемента. Было показано, что условия эксплуатации печи, возможно, придется регулировать в зависимости от содержания кварца в базальтах.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

**Ключевые слова:** базальт, известняк, цементная промышленность, портландцемент, сырье, строительство.

### Введение

Цемент - это промышленный продукт, получаемый путем смешивания различных сырьевых материалов и их обжига при высокой температуре для достижения точных химических пропорций извести, кремнезема, глинозема и железа в готовом продукте, известном как цементный клинкер. Таким образом, цемент представляет собой смесь силикатов кальция и меньших количеств алюминатов кальция, которые вступают в реакцию с водой и вызывают затвердевание цемента. Потребность в кальции удовлетворяется за счет использования известняка с высоким содержанием кальция (или его эквивалентного известнякового сырья) и глины, аргиллита или сланца в качестве источника большей части кремнезема и глинозема. Готовый цемент получают путем тонкого измельчения 95% цементного клинкера с 5% гипса (или ангидрита), что помогает замедлить время схватывания цемента.

Системы портландцемента часто подвергаются суровым условиям окружающей среды, и их долговременные характеристики вызывают беспокойство. Представлены основные результаты всестороннего исследования процессов разрушения, которые могут повлиять на поведение портландцементных систем в химически агрессивных средах. Представлены основные результаты всестороннего исследования процессов разрушения, которые могут повлиять на поведение портландцементных систем в химически агрессивных средах.

При производстве портландцемента смесь известняка, сланца, глины и песка комбинируется в контролируемых пропорциях и измельчается вместе либо в виде сухой смеси, либо в виде водной суспензии. Измельченная смесь поступает в верхний конец вращающейся печи и движется вниз по печи к зоне горелки. При высокой температуре загрузка печи достигает температуры плавления, и образуются мелкие шары, называемые клинкером, а также мелкие твердые частицы сырья и полуфабрикатная пыль.

### Скорость влияния различных типов реакций на температуру

100-500 °C Сушка и выпаривание смешанных сырьевых материалов  
500-600 °C Дегидроксилирование глины  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$

700 °C активация силикатов и удаление воды;

700-900 °C декарбонизация карбоната кальция с исходной комбинацией оксида алюминия и оксида железа;

900-1200°C белитовая форма  $2\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} + \text{CO}_2 \uparrow$ ;

> 1250 °C образование жидкой фазы (алюминат и феррит);

1300 °C появляется жидкая фаза и происходит реакция  $\text{C}_2\text{S}$  с  $\text{CaO}$  с образованием  $\text{C}_3\text{S}$ ;

1450 °C Завершение реакции, алит и белит увеличиваются в размерах, в то время как свободная известь присутствует во многих областях.

Химические превращения при термической обработке портландцементного сырьевого порошка.

- <200 утечка свободной воды (высыхание);

- 100-400 Утечка адсорбированной воды;

- 400-750 Разложение глины;

- 600-900 Разложение метаксаолина и других соединений с образованием реакционной смеси оксидов;

- 600-1000 Разложение известняка с информацией  $\text{CS}$  и  $\text{CA}$ ; поглощение извести  $\text{CS}$  и  $\text{CA}$ , образование  $\text{C}_4\text{AF}$ ;

- 1250-1450 Дальнейшее поглощение извести  $\text{C}_2\text{S} + \text{C} \rightarrow \text{C}_3\text{S}$ .

Преимущества использования базальта вместо глины в цементном клинкере резюмируются в следующих пунктах:

1. Новые цементные заводы могут быть созданы в разных местах, где нет глинистых сланцев.

2. Базальт экономичен в производстве цемента, так как он экономит деньги, добавляя соединение железа (колчеданная зола) или песок, чтобы компенсировать недостаток содержания железа и кремнезема в сырьевой смеси в процессе клинкеризации.

3. Базальтовая порода имеет плотность, примерно в два раза превышающую плотность глины, это означает, что базальт экономит половину стоимости транспортировки глины с поля на фабрику.

4. Ожидается, что проблема байпасной пыли на цементных заводах будет уменьшена, поскольку содержание сульфата в базальте не учитывается по сравнению с глиной.

5. Относительно высокий процент оксида железа в базальте снижает теплоту образования клинкера.

6. Относительно высокого содержания оксида магния в базальте можно избежать, используя известняк с низким содержанием оксида магния.

Известняковый компонент составляет основную часть извести (кальция), которая является известняковой разновидностью

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

известняка, и мергельчатого известняка и представлена щелочным компонентом. Глинистый компонент обеспечивает большую часть кремнезема, глинозема и железа, которые извлекаются из базальтового сырья и представлены кислотным компонентом.

Сырье двух компонентов: известняк и базальты - основные материалы клинкерного цемента, добываемого при разработке известняковых и базальтовых пород. Химический анализ и параметры преобладающих оксидов для оценки этих материалов после того, как известно о правилах производства цементного клинкера. Портландцемент получают путем обжига смеси сырьевых материалов: один из которых в основном состоит из карбоната кальция, а другой - из силикатов алюминия.

Использование базальта в качестве альтернативного сырья в цементной промышленности, которое может использоваться в качестве источника силиката алюминия, с целью улучшения горючести сырьевой смеси и влияния второстепенных компонентов на образование клинкера.

Подготовка проб известняка и базальтов для рентгенофлуоресцентного анализа включает:

Подготовка дисков из прессованного порошкового плавленого стекла для анализа оксидов основных элементов с использованием тетрабората лития в качестве флюса.

Химические анализы должны были определить основные химические компоненты сырьевой смеси для подготовки производства клинкерного цемента в лабораториях. Расчет и корректировка среднего содержания и определение процентного содержания основных компонентов сырьевой смеси из известняка и базальтовых пород для моделирования образцов клинкерного цемента.

Все образцы были сплавлены в виде гранул, помещены в Pt-чашку и были термически обработаны при 1450 ° C в течение 20 мин в муфельной печи, а затем быстро охладились. Условия спекания и охлаждения поддерживались строго постоянными.

Реакции спекания во всех образцах модифицированной сырьевой смеси регистрировали с помощью прибора дифференциального термического анализа. Температуру повышали с постоянной скоростью (10 ° C / мин) от комнатной до 1450 ° C. Эксперименты проводились в статической атмосфере. Влияние на горючесть оценивали по содержанию непрореагировавшей извести в образцах, спеченных при вышеуказанных температурах. Спеченные гранулы измельчали и анализировали методом этиленгликоля для оценки содержания свободного CaO (fCaO) в конечных продуктах спекания и с использованием

рентгеновского дифрактометра Siemens D-5000 с излучением CuK $\alpha$ 1 с никелевым фильтром ( $k = 1,5405$ ). А°), чтобы идентифицировать минералогические фазы, образующиеся при спекании.

### Приготовление сырьевой смеси цементного клинкера

Сырьевая смесь для производства цементного клинкера состоит из известковых и базальтовых материалов. Базальтовое сырье является источником как алюминия, так и кремнезема. Он может содержать один или несколько типов силикатных минералов. Другими источниками кремнезема являются кварц, песок, халцедон, опал и полевои шпат. Они характеризуются такими методами, как химический анализ. Химический состав материалов, использованных в экспериментах.

В этом исследовании использовались четыре различных типа цементной сырьевой смеси: два типа базальтов были собраны вручную из десяти отдельных образцов, представленных базальтовыми породами, которые обеспечивали кремнезем (SiO<sub>2</sub>), алюминием (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и оксидом железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), и две секции, представленные известковыми материалами, включали известняковые породы, которые обеспечивали карбонат кальция (CaCO<sub>3</sub>).

### Процедура и основные этапы подготовки образцов клинкера

Процедура и основные этапы подготовки образцов клинкера из базальтов вместо глинистых сланцев с известняковыми породами в лаборатории, следующие:

1. Сырье смешанное, состоящее в основном из известняка и базальта.

2. Основная масса известняка и базальта измельчается в одну или две стадии на специальных дробильных машинах в лаборатории до мелкого порошка (измельчения) сырья, смешанного с помощью сырьевых мельниц.

3. Химический анализ, параметрические факторы для этой сырьевой смеси и корректировка путем добавления других материалов к оценке элементов оксидов для подходящей приготовленного сырьевого порошка, известной по условию цементного клинкера, как следующее:

Основные параметры, влияющие на сырье:

- ✓ Коэффициент насыщения извести (КНИ).
- ✓ Коэффициент кремнезема (КК).
- ✓ Соотношение глинозема (СГ).

#### Химический состав

Химические элементы цементного клинкера состоят в основном из четырех компонентов: оксида кальция (CaO), оксида кремния (SiO<sub>2</sub>), оксида алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), оксида железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Химическая реакция сырья, представленного известняком, с базальтами изучаемой области,

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

сгорают до высокой температуры примерно при 1450 ° C в специальной печи в лаборатории с превращением в клинкер, который измельчается вместе с примерно 5% гипса с образованием портландцемента.

Химический состав клинкера содержит некоторые второстепенные фазы, такие как щелочь, сульфаты и оксид кальция. Сырьевая смесь состоит из четырех основных оксидов кальция, диоксида кремния, алюминия и железа, и второстепенных нелетучих веществ, таких как SiO<sub>2</sub>, MgO, TiO<sub>2</sub>, и MnO, а также содержит незначительные летучие вещества, такие как K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, Cl, а также H<sub>2</sub>O.

Цементный клинкер содержит небольшие количества щелочей и сульфатов, полученных из сырья и присутствующих в основных фазах клинкера, таких как силикат, кальций и алюминат. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ускоряют гидратацию C3S и повышают прочность в течение 2 и 7 дней, но уменьшают прочность на сжатие в течение 28 дней. Степень гидратации снижается с увеличением содержания оксида щелочного металла. Увеличение SO<sub>3</sub>% (около 1,86-0,65%) в клинкере, вызывая расширение бетона, замедление схватывания и снижение прочности, где прочность уменьшается с увеличением SO<sub>3</sub>%. Более высокие щелочи (> 1%) в клинкере вызывают расширение цемента и снижают прочность на сжатие, а высокое содержание хлоридов также вызывает снижение прочности и образование ржавчины в стали из-за реакции между хлоридами.

Образцы портландцемента получают путем измельчения образцов базальтового клинкера с небольшим количеством гипсового материала в машинной мельнице.

### СЭМ исследования клинкеров

Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) исследует текстуру образцов клинкера и дает полезную информацию как о минералах сырья, так и о процессе клинкера, который показывает, что кристаллы алита имеют дискретную и гексагональную форму, а кристаллы белита имеют округлую форму и размер кристаллов алит крупнее белита, а также обнаруживает кристаллы алита и белита, встроенные в матрицу (межузельный материал). СЭМ исследования были проведены для изучения структуры выбранных полученных клинкеров и распределения посторонних элементов в их основных фазах.

СЭМ - важный инструмент для изучения цементного клинкера. Изображения топографии поверхности клинкера используются для изучения размера зерен, формы и особенностей поверхности трещин, полученных с помощью СЭМ анализа, чтобы обеспечить качественный и количественный элементный состав исследуемых

образцов цементного клинкерного базальта. Образцы клинкерного цемента, предварительно сформированные из смеси известняка и базальта, могут быть исследованы на сканирующем электронном микроскопе с использованием тонкого электронного луча.

Образцы клинкера могут быть тщательно исследованы на качество и состав, используя метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDAX) для полуколичественного определения химического состава наблюдаемых минералов в образцах. Эти минералы:

Алит (трехкальциевый силикат, C3S) образует основную массу клинкера (40-70%) и распознается по гексагональной форме кристаллов и размерам кристаллов примерно до 150 мкм, а формы граней кристаллов могут быть идиэдральными, субэдральными или аэндральными. элит (силикат дикальция, C2S) присутствует в основной массе клинкера (15-40%) и распознается кристаллом округлой формы с размером кристаллов от 5 до 40 мкм. Полиморф β-белита широко распространен в клинкерах.

Алюминат (трикальцийалюминат, C3A) присутствует в клинкере, примерно (1% -15%) кристаллические формы имеют неправильную или решетчатую форму и иногда проявляются в виде кубических или ромбических форм с размером кристаллов в диапазоне от 1 до 60 мкм, в то время как феррит (тетракальцийалюмоферрит, C4AF) присутствует в клинкере от 1% до 18% с формой кристаллов дендритной, призматической и массивной. И алюминаты, и ферриты обладают различной реакционной способностью по отношению к воде. Фазы феррита и алюмината могут располагаться между фазами внедрения или матрицы и, по-видимому, связывать кристаллы силиката.

### Температурное поведение

Дифференциальный термический анализ (ДТА) может применяться для идентификации и оценки минералов клинкерного цемента (сырой смеси известняка с базальтовыми породами), которые можно дифференцировать по температуре, при которой возникают эндотермические и экзотермические пики.

Железистые минералы, такие как гематит, магнетит и сидерит, характеризуются флюсами расплава и способствуют клинкеризации при более низких температурах. Горючесть зависит от химического, гранулометрического и минералогического состава сырья. Качественное и количественное содержание минералов C3S, C2S, C3A и C4AF, принадлежащих к образцам клинкера, можно определить с помощью ДТА.

На кривой ДТА цементной сырьевой смеси выделяются следующие стадии:

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

✓ Широкий эндотермический эффект, связанный с дегидроксилированием амфиболов и хлорита (200–600 °С),

✓ Сильный эндотермический эффект около 900 °С, вызванный разложением известняка,

✓ Эндотермические эффекты при 900 и 976 °С, которые приписываются триклинно-моноклинно-тригональным превращениям в C3S при образовании C2S при 808 °С,

✓ Образование C4AF с экзотермическим пиком около 980-1000 °С и C2F с эндотермическим пиком при 1160 °С,

✓ • Термограмма экзотермических эффектов между 950-1000 °С в смеси CaCO<sub>2</sub> – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> из-за образования CA,

✓ • В CaO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (CF) система образуется при температуре около 950 °С, плавление происходит при 1150 °С, что отражается как эндотермический эффект.

Первые две стадии зависят от химических и минералогических характеристик базальта и известняка соответственно и, как и ожидалось, идентичны во всех образцах. Наиболее важными этапами являются третий и четвертый, которые напрямую связаны с процессом клинкеризации.

Оценка кривых ДТА всех модифицированных сырых блюд привела к следующим замечаниям:

• Во всех модифицированных образцах реакции, связанные с разложением CaCO<sub>3</sub> (в диапазоне температур 800–900 °С) и клинкеризации (1200–1450 °С), что свидетельствует об удовлетворительном обжиге и клинкеризации всех образцов.

• Добавленные базальтовые смеси не влияют на разложение CaCO<sub>3</sub> и образование белита. Во всех модифицированных смесях образование расплава смещено в сторону более низких температур и перекрывается образованием белита. Этот факт указывает на то, что компоненты добавленных базальтовых смесей растворяются в жидкой фазе, влияя в основном на образование и свойства расплава и, следовательно, изменяя реакционную способность смеси при высоких температурах.

### Выводы

Образцы клинкерного цемента претерпели изменения микроструктуры, отраженные различными температурами, приготовленными в печи лаборатории. В результате процесса смешивания сырых смесей и обжига в печи лаборатории при температуре около 1450 °С были получены клинкерные шары. Эти образцы клинкера, представленные производителями портландцемента, могут быть исследованы с помощью нескольких анализов, таких как ДТА и

СЭМ, для идентификации и изучения этого клинкерного базальта.

Основная цель использования альтернативных материалов - оптимизировать смесь, чтобы максимально использовать доступное сырье. Для производства цемента можно использовать ряд известняковых материалов, но преобладают известняк или мел. В большинстве случаев другие источники кальция не встречаются в достаточно больших отложениях или количествах, которые можно было бы использовать в качестве альтернативы.

Базальт является основным источником оксидов алюминия, кремнезема и железа из-за его доступности и низкой стоимости. Однако базальт часто не обеспечивает правильный химический баланс компонентов, и иногда требуются добавки. Они могут включать диоксид кремния, оксиды железа и оксид алюминия. Базальт имеет более низкое отношение глинозема к кремнезему, чем большинство сланцев, а также более низкое содержание щелочей. Он используется на некоторых цементных заводах для добавления глинозема, чтобы можно было использовать базальт с более высоким содержанием кремнезема. По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы:

• Добавление базальта способствует расходу свободной извести и улучшает горючесть сырьевой смеси, особенно на заключительной стадии спекания.

• Несмотря на небольшое замедляющее действие на процесс гидратации, добавленные базальтовые смеси улучшают прочность на сжатие и не влияют на физические свойства цемента.

• Этот документ подтвердил, что базальт может использоваться в качестве ресурса в производстве цемента и может использоваться в недорогом строительстве, особенно в вулканических районах.

• Данные химического анализа клинкера, образовавшегося из базальтовых пород, показывают почти такой же оксидный состав относительно химического анализа клинкера, образованного из аргиллита, за исключением щелочей; хлорид и сульфат распространены больше, чем клинкерный базальт.

• В этой статье представлена новая выгодная альтернатива использования базальтового материала, заключающаяся в использовании базальтового материала в качестве сырья при традиционном производстве портландцемента. В документе демонстрируется эффективность процесса в лабораторных и экспериментальных масштабах, а также приводится краткое изложение практических и экономических соображений.

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 6.317</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 1.582</b>	<b>PIHII (Russia) = 0.126</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 9.035</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 7.184</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

## References:

- Rizaev, I. I. (2019). The structure of the social system as the basis for the self-organization of society. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 1(7), 190-195.
- Khayitboy, K., & Ilhom, R. (2020). The impact of liberalization on the development of the social system. *International Engineering Journal For Research & Development*, 5(3), 4-4.
- Rizaev, I. I. (2019). Evolutionary mechanisms of self-organization of the social system. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 1(9), 81-86.
- Imomalievich, R. I. (2020). Synergetic interpretation of society development. *International Engineering Journal For Research & Development*, 5(3), 5-5.
- Alikulov, S. A., & Rizaev, I. I. (2020). Methodological problems of research of social systems. *Theoretical & Applied Science*, (2), 717-720.
- Rizaev, I. I. (2019). Mehanizmy samoorganizacii social'nyh sistem. *Jekonomika i socium*, № 3(58), 368-372.
- Rizaev, I., Ganiev, K., & Alikulov, H. (2020). Evolution of the Social System: From Chaos to Order. *TEST Engineering & Management*, Vol. 83: May/June 2020, 27362–27366.
- Rizaev, I.I. (2020). Obshhestvo kak samoorganizuushhajasja sistema. Racional'noe prirodopol'zovanie - osnova ustojchivogo razvitija. *Chechenskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet*, pp. 520-525.
- Rizaev, I.I. (2020). *Struktura social'noj sistemy - osnova samoorganizacii obshhestva*. «Dni nauki - 2020» III Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. GOU VPO «Donbasskaja agrarnaja akademija». 2020/4/9. Tom 5, pp. 45-51.
- Rizaev, I.I. (2020). *Metodologicheskie aspekty issledovanija social'nyh sistem*. Obshhestvo v kontekste sociokul'turnyh transformacij. (pp.92-98). Birobidzhan PGU im. Sholom-Alejhema.
- Rizaev, I. I. (n.d.). Sinergeticheskij podhod k samoorganizacii social'nyh sistem. *Redakcionnaja kollegija*, 294.
- Rizaev, I. I. (n.d.). Obshhestvo kak samoorganizuushhajasja sistema society as a self-organizing system. *Redakcionnaja kollegija*, 520.
- Ganiev, K., & Tugunboev, O. (2021). Society development: laws and concepts. *Theoretical & Applied Science*, (1), 371-374.