

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЧИСЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ГРАФИЧЕСКОМ ВИДЕ

Жураев Т.М

**Аннотация:** В этой статье рассмотрена разработка вычислительного алгоритма для вычерчивания трехмерного графика на основе двумерных численных результатов для облегчения анализа данных.

**Ключевые слова:** уравнений фильтрации жидкости, движение жидкости, визуализации двумерных течений, жидких частиц, геометрическое преобразование, вокруг оси Z, однородные координаты, язык Delphi, индекс матрица.

Эффективные методы расчета уравнений фильтрации жидкости и газа и персональные компьютеры позволили решать широкий спектр практических задач разработки нефтяных и газовых месторождений. Чем сложнее движение жидкости, тем больше исследователь тратит время для анализ результатов расчетов. Чтобы сократить это время, необходимо разработать удобное средство анализа численных результатов расчетов.

10-20 лет назад, в эпоху рассвета моделирования плоских и осесимметричных течений, были разработаны наглядные и простые методы визуализации двумерных течений, такие, как изолинии, тоновая заливка, вектора в точках, треки жидких частиц.

Нам известно, что, двумерные численные результаты представляются в двумерном массиве. В этой работе разработана визуализация и вращения по разным направлениям двумерных численных данных в трехмерном графическом виде.

В аналитической геометрии предлагается набор матричных преобразований для выполнения масштабирования точки относительно центра координат ее смещения и поворота относительно одной из осей координат.

Масштабирование осуществляется по следующей формуле:

$$\begin{aligned}x' &= x \cdot S_x, \quad y' = y \cdot S_y, \quad z' = z \cdot S_z, \\ \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & S_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = S \cdot \vec{P}.\end{aligned}$$

Смещение осуществляется по следующей формуле:

$$\begin{aligned}x' &= x + T_x, \quad y' = y + T_y, \quad z' = z + T_z, \\ \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{T}.\end{aligned}$$

Поворот осуществляется по следующим формулам:

- вокруг оси X:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \cos \varphi - z \sin \varphi \\ y \sin \varphi + z \cos \varphi \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = R_x(\varphi) \cdot \vec{P}.$$

- вокруг оси Y:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos \psi + z \sin \psi \\ y \\ -x \sin \psi + z \cos \psi \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & \sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = R_y(\psi) \cdot \vec{P}.$$

- вокруг оси Z:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos \chi - y \sin \chi \\ x \sin \chi + y \cos \chi \\ z \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \chi & \sin \chi & 0 \\ -\sin \chi & \cos \chi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = R_z(\chi) \cdot \vec{P}.$$

Матричная запись геометрических преобразований очень удобна, поскольку позволяет задать геометрическое преобразование в виде композитной матрицы, полученной перемножением матриц элементарных преобразований (масштабирования и поворота). Однако преобразование смещения не является матричной операцией, что не позволяет в самом общем случае получить матричное преобразование на основе матриц размерности 3x3. Этот недостаток можно обойти, если задавать координаты точки однородными координатами.

Координаты точки  $x, y, z$  можно задать четверкой чисел  $X, Y, Z, h$ , где  $h \neq 0$ . связь между однородными и неоднородными координатами точки определяется следующими соотношениями:

$$X = \frac{X}{h}, Y = \frac{Y}{h}, Z = \frac{Z}{h}$$

Очевидно, что четверку  $X, Y, Z, h$ , однозначно задающую положение точки, также можно считать ее координатами. Однородные координаты замечательны тем, что с их помощью можно задать все геометрические преобразования в виде матричных операций и получить, таким образом, композитное преобразование в виде одной матрицы. Забегая вперед, отметим, что преобразование проецирования точки на экранную плоскость также выполняется умножением на некоторую матрицу.

На основе вышеизложенной формулы алгоритма вычерчивания трехмерного графика можно сформулировать в следующем виде:

- чтение численных результатов на массиве  $M_{i,j}$  ;
- введение начальных данных для вычерчивания трехмерного графика на экране:  $x_0=0,5; y_0=0,5; z_0 := 0,5; A = -9,5; Alf=4,31; Bet = 4,92; X_{min} = -1,5; Y_{min} = -1,5; X_{max} = 1,5; Y_{max} = 1,5;$
- введена функция  $f(x, y, z, x_1, y_1)$  для расчета следующих выражений:  

$$X_n = (x-x_0) * \cos(Alf) - (y-y_0) * \sin(Alf);$$

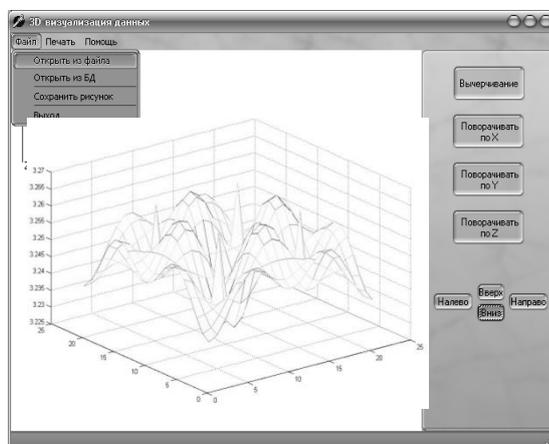
$$Y_n = ((x-x_0) * \sin(Alf) + (y-y_0) * \cos(Alf)) * \cos(Bet) - (z-z_0) * \sin(Bet);$$

$$Z_n = ((x-x_0) * \sin(Alf) + (y-y_0) * \cos(Alf)) * \sin(Bet) - (z-z_0) * \cos(Bet);$$

здесь,  $x, y$  – индекс матрица  $M_{i,j}$ ;  $z$  – значение соответствующего индекса матрицы;  $x_1, y_1$  – координаты для вычерчивания трехмерного графика.

Для реализации описанного выше алгоритма построен трехмерный график визуализации двумерных данных и разработано программное обеспечение на языке Delphi.

На рис.1 приведено основное окно программного обеспечения, созданного на основе выше приведенных алгоритмов. Рабочее окно программного обеспечения имеет удобный интерфейс.



**Рис.3.4 – Окно интерфейса трехмерной визуализации**

Соответствующими командными кнопками можно сделать следующие операции:

- загрузка численных результатов из файла или баз данных;
- вычерчивание трехмерного графика на основе численных результатов;
- поворот по осям;
- сохранение рисунка на файле.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Tokhirjon, J. (2023). PHYSICAL AND CHEMICAL TECHNOLOGY OF THE PROCESS OF UNDERGROUND LEACHING. *World of Science*, 6(6), 35-42.
2. Мамадалиев, А. Т. (2023). ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ С КОМПЬЮТЕРОМ. *Scientific Impulse*, 1(10), 1676-1685.
3. Исманова, К. Д., & Жураев, Т. М. (2016). Модель и алгоритм оптимизации основных параметров, влияющих на процесс подземного выщелачивания в условиях этажной системы разработки. *Теория и практика современной науки*, (4), 309-311.
4. Жураев, Т. М., & ТУРАЕВ, С. Ниязова Наима Абдуллажоновна, Химматалиев Дўстназар Омонович.
5. Жураев, Т. М., & Исманова, К. Д. (2017). Алгоритм построения функциональных зависимостей параметров при численном моделировании месторождений. *Проблемы вычислительной и прикладной математики*, (4), 63
6. Жураев, Т. М., & Исманова, К. Д. (2016). Модель и алгоритм трехмерной визуализации численных результатов для поддержки принятия технологических решений. *Теория и практика современной науки*, (4), 269-273.
7. Жураев, Т. М. (2010). Модель и вычислительный алгоритм решения задач геотехнологического процесса в кусочно-неоднородных пластах. *Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики*, (5), 18.
8. Жураев, Т. М. (2007). Решение двумерных задач подземного выщелачивание методом Бубнова-Галёркина. *Вестник ТашГУ*, (3), 3-10.
9. Исманова, К. Д., & Жураев, Т. М. (2016). Модель и алгоритм трехмерной визуализации численных результатов для поддержки принятия технологических решений. *Теория и практика современной науки. Международный научно-практический журнал*, (4).
10. Kayumov, A. M., Parpiev, A., & Juraev, T. (2022, November). Features of drying cotton-raw. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2650, No. 1, p. 030008). AIP Publishing LLC.
11. Жураев, Т. М. (2010). Модель и вычислительный алгоритм решения задач геотехнологического процесса в кусочно-неоднородных пластах. *Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики*, (5), 18.

12. Tokhirjon, J. (2020). Modeling Of Dynamic Processes In Heterogeneous Environments To Support The Adoption Of Technological Decisions. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(07), 2020.

13. Gofurjanov, I. (2021). Model and Algorithm of Oil Filtration Taking into Account the Specific Gravity in Oil Fields. *Design Engineering*.

14. Алимов, И., Жураев, Т. М., & Эргашев, Б. (2006). Информационные аспекты моделирования процесса фильтрации жидкостей и газов. Механиканинг замонавий муаммолари ва келажаги» халқаро илмий-техник конференция. In *Механиканинг замонавий муаммолари ва келажаги» халқаро илмий-техник конференция*.

15. Алимов, И., & Жураев, Т. (2007). Нефть конлариди солиштирма оғирлик кучини ҳисобга олган ҳолда нефть фильтрацияси модели ва алгоритми. Механика муаммолари. Илмий журнал. № 4. *Механика муаммолари. Илмий журнал*, 4.

16. Жураев, Т. М., & Исманова, К. Д. (2010). Решения задач процесса подземного выщелачивание при условии этажной систем разработки. In *Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития»*. Навои (pp. 94-96).

17. Жураев, Т. М. (2010). Модель и вычислительный алгоритм решения задач геотехнологического процесса в кусочно-неоднородных пластах. *Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики*, 5, 18-23.

18. Алимов, И., & Жураев, Т. (2011). Физико-химическая технология процесса подземного выщелачивания. In *Труды международной конференции «Рахматулинские чтения» Бишкек* (pp. 26-27).

19. Жураев, Т., Пирназарова, Т., & Атаханов, М. (2010). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Программа расчета параметров разработки поэтажно расположенных рудных месторождений с применением геотехнологических методов» № DGU 02026. *Государственное Патентное Ведомство Республики Узбекистан. Ташкент*.

20. Жураев, Т., Пирназарова, Т., & Атаханов, М. (2011). Бир ва икки ўлчовли икки фазали фильтрация масаласини ечиш дастурлар тўплами. № DGU 02095. *Государственное Патентное Ведомство Республики Узбекистан. Ташкент*.

21. Эргашев, Б., Жураев, Т., & Ниязова, Н. (2012). Газ-сув чегарасининг сүрилишини аниқлашда кўндаланг қирқим юзада босимнинг ўзгариш динамикасини ҳисоблаш модели ва алгоритми. *Узб. журнал “Проблемы информатики и энергетики”*. – Ташкент, -2012, 2-3.

22. Б.Эргашев, Т. Жураев, Н.Ниязова. *Узб. журнал “ТАТУ хабарлари”*. –Ташкент, -2012.-№ 4., 50-53 б.

23. Комилов, С., & Козокова, М. (2015). Разработка вычислительного алгоритма решения гидродинамических задач управления процессами ПВ в неоднородных

средах при условии использования этажной системы разработки. *Молодой ученый*, (11), 324-328.

24. Жураев, Т., Гойипов, У., & Ирискулов, Ф. (2017). Методическая компетентность педагога. *Role of the using innovative teaching methods to improve the efficiency of education/Moscow, 1*, 104-107.

25. Т.Жураев, У.Гойипов, Ф.Ирискулов. *Role of the using innovative teaching methods to improve the efficiency of education/ Moscow 2017, Vol.1*, 42-47 p.

26. Жураев, Т., & Абдулхафизов, Б. (2017). Information Technology-the most effective means of teaching in higher education. *Role of the using innovative teaching methods to improve the efficiency of education/Moscow, 1*, 14-17.

27. Juraev T. Development Of A Computational Algorithm For Solving The Pv Diffusion Problem In The Conditions Of Using A Storey Development System. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies. Vol. 26 No. 2021*, pp.45-56

28. Juraev, T., Kadirov, Z., & Ormonov, M. (2021). Model And Calculation Algorithm For The Development Of Geotechnological Processes In The Conditions Of A Layered System. *Nat. Volatiles & Essent. Oils, 8(4)*, 2656-2663.

29. Жураев, Т. (2022). Мослашувчан электрон таълим ресурслари ва уларни яратиш технологиялари. In *Инновацион таълимда рақамли технологиялари: муаммо ва ечимлар* мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция, Тошкент (pp. 469-471).

30. Juraev T. Algorithm for Constructing Functional Dependencies of Parameters in Numerical Modeling of the Development of Mineral Resources Deposits by the Method of Underground Leaching. *Jundishapur Journal of Microbiology Research Article Published online 2022 April Vol. 15, No.1 (2022) 4410 – 4417*

31. Т.Жураев, С.Комилов, Ш.Назарова. Ўқитиш жараёнини ташкил этишда “OKV” интерактив доска имкониятларидан фойдаланиш. *Xalqaro miqyosida ilmiy-amaliy konferensiya. 23-24 sentyabr 2022 yil.106-110 б.*

32. Т.Жураев, И.Махамаджанов. Меҳнатлар бозорини рақамлаштириш лойиҳасини яратиш ва унинг ижтимоий ҳаётдаги ўрни. *Xalqaro miqyosida ilmiy-amaliy konferensiya 23-24 sentyabr 2022 yil.81-83 б.*

33. Жакбаров, О., Гойипов, У., Жураев, Т., & Акбаров, Б. (2022). Python dasturlash tili. *O'quv qo'llanma*.

34. Олимов, М., Жураев, Т., & Абдужалилов, С. *Sonli usullar va algoritmlar*.

35. Ахунов, Д. Б., & Мухторалиева, М. (2022). Oqova suvlarni tozalash texnologiyasini takomillashtirishga tavsiyalar berish. *Экономика и социум, 2(93)*

36. Ахунов, Д. Б., & Жураев, Х. А. (2017). Стеклокристаллические материалы на основе базальтов Кутчинского месторождения. *Современные научные исследования и разработки, (3)*, 14-17.

37. Ахунов, Д. Б., Жураев, Ш., Ахатов, Д., & Жураев, Х. (2023). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННЫХ СИТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУТЧИ. *SCHOLAR*, 1(1), 110-118

38. Ахунов, Д. Б. (2008). *Стекла и ситаллы на основе базальтов Кутчинского месторождения* (Doctoral dissertation, –технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Ташкент, 2008.–143 с).

39. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). INITIAL MATERIALS AND METHODS FOR INVESTIGATION OF BASALT ROCKS OF THE KUTCHI DEPOSIT. *TA'LIM VA RIVOJLANISH TAMLILI ONLAYN ILMIY JURNALI*, 3(3), 71-75.

40. Шамшидинов, И., Мамаджанов, З., Мамадалиев, А., & Ахунов, Д. (2014). Ангрен каолинларига термик ишлов бериш жараёнини саноат шароитида ўзлаштириш. *ФарПИ илмий-техник журнали.–Фарғона*, 4, 78-80.

41. Bakhriddinov, N. S., & Akhunov, D. B. (2023). Hazards depending on properties of dusts

42. Мамадалиев, А. Т., & Ахунов, Д. Б. (2023). ДЕЙСТВИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ НАВОДНЕНИИ. *PEDAGOG*, 6(3), 147-157.

43. Sadriddinovich, B. N., & Bakhtiyarovich, A. D. (2023). HAZARDS DEPENDING ON PROPERTIES OF DUSTS. *PEDAGOG*, 6(3), 544-552.

44. Мамадалиев, А. Т., & Ахунов, Д. Б. (2023). МИНЕРАЛОГИЯ, КРИСТАЛЛОГРАФИЯ ВА КРИСТАЛЛОКИМЁ ФАНИ МАВЗУСИНИ ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ АСОСИДА ЎҚИТИШ. *PEDAGOG*, 6(3),

45. Ахунов, Д. Б., & Парпиев, О. Т. (2023). РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(11), 226-235.

46. Бахриддинов, Н. С., & Ахунов, Д. Б. (2023). НОВАЯ СИСТЕМА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИИ. *Modern Scientific Research International Scientific Journal*, 1(2), 120-130.

47. Ikramov, N., Majidov, T., Kan, E., & Akhunov, D. (2021). The height of the pumping unit suction pipe inlet relative to the riverbed bottom. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1030, No. 1, p. 012125). IOP Publishing.

48. Ахунов, Д. В., & Машрапов, Б. О. (2021). Разработка локальных систем очистки бытовых сточных вод малой мощности в Узбекистане. *Молодой ученый*, (2), 32-37.

49. Ахунов, Д. Б. (2023). КОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМИНИ ЛОЙИХАЛАШ ЖАРАЁНИДА МЕҲНАТ МУҲОФАЗАСИ ҚОИДАЛАРИНИ АСОСЛАШ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(10), 566-574.

50. Алиев, Б. М. М., & Ахунов, Д. Пестицидларнинг охирги авлодларини оқово сувлар таркибидан тозалашнинг мукаммаллашган усуллари таҳлили. *Agro ilm-O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi jurnali*, 70-72.

51. Ахунов, Д. Б., & Ахатов, Д. Н. (2023). Исследование кристаллизацию расплавленных шихт на основе базальтов. *BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI*, 3(3), 384-389.
52. Bakhtiyarovich, A. D., Olimzhanovich, M. B., & Bahadirkhan ogli, D. F. (2023). Problems in Sewage Drainage Systems of Industrial Enterprises in the Republic of Uzbekistan. *Web of Semantic: Universal Journal on Innovative Education*, 2(3), 196
54. Исматов, А. А., & Ахунов, Д. Б. (2008). Ситаллы на основе базальтокаолиновых композиции. *Композиционные материалы*, 1, 57-61.
55. Д. Б. Ахунов, А. А. Исматов, М. Х. Арипова, Р. В. Мкртчян, Н. Л. Ходжаев, Чем. Хим. Технология. 1, 28 (2008)
56. Ахунов, Д. Б. Синтез стекол на основе базальтов Кутчинского месторождения. In *Международная конференция по химической технологии: Тез. докл (Vol.5, pp.63)*.
57. Ахунов, Д. Б. (2023, March). ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУТЧИ. In *E Conference Zone* (pp. 1-6).
58. Исматов, А. А., Ахунов, Д. Б., & Ходжаев, Н. Т. (2006). в *Int. Sci. Pract. Conf."*. *High Technol. Prospect. Интегр. Educ. Sci. Prod*, 310-312.
59. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). STUDY OF CRYSTALLIZATION OF MELTED CHARGES BASED ON BASALT. *Scientific Impulse*, 1(8), 989-994.
60. Абидов, А. М., Ахунов, Д. Б., & Исматов, А. А. (2008). Новые материалы на основе каолинов Ангренского месторождения. *Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук/Респ. межвузовский сборник.– Ташкент, ТГТУ*, 173
61. Исматов, А. А., Ахунов, Д. Б., & Абидов, А. М. (2008). Базальты и каолины как ингредиенты для ситалловых композиционных материалов. In *Композиционные материалы-структура, свойства и применение: Материалы Респ. науч. техн. конф* (pp. 109-110).
62. Исматов, А. А., Ходжаев, Н. Т., Ахунов, Д. Б., & Муминов, А. У. (2006). Базальтовые породы Узбекистана – ценное сырьё для получения ситаллов. In *Международная научно-практическая конференция «Инновация-2006»/Сборник научных статей* (pp. 100-101).
63. Ахунов, Д. Б., & Машрапов, Б. О. (2023). ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИДА САНОАТ КОРХОНАЛАРИНИНГ ОҚОВА СУВЛАРИНИ ОҚИЗИШ ТИЗИМЛАРИДАГИ МУАММОЛАР. *Scientific Impulse*, 1(8), 329-337.
64. Ахунов, Д. Б., & Машрапов, Б. О. (2023). ПРОБЛЕМЫ В СИСТЕМАХ ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НАШЕЙ РЕСПУБЛИКИ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(9), 876-884.
65. Ахунов, Д. Б. Машрапов Баходир Олимжанович. *Проблемы в системах отвода сточных вод промышленных предприятий нашей Республики.. PEDAGOG*, 6(4).

66. Парпиев, О. Т., Қурбонов, К. М., & Турғунов, И. Б. (2021). Учебные образовательные технологии в педагогической деятельности. Экономика и социум, (5-2), 168-171.

67. Parpiyev O. T., Ahmedova G. I. Practical games and their didactic possibilities // Экономика и социум. – 2021. – №. 7. – С. 112-116.

---

68. О.Т Парпиев, К.М Қурбонов, Д.Н Ахатов Использование педагогических задач в процессе подготовки будущих специалистов // Экономика и социум.-2021.- №11(90).

69. Imamnazarov E. D., Parpiyev O. T. TEACHING EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN PEDAGOGICAL ACTIVITIES // Экономика и социум. – 2021. – №. 6-1. – С. 94-96.

70. Парпиев О.Т., Имамназаров Э.Д. Факторы формирования профессиональной компетенции будущих педагогов профессионального образования. // Экономика и социум.-2022.- №10-2(10)

---