



**РЭНХБАТ, Н.ТУНГАЛИАГ, Ж.ЭНХБАЯР,
О.БАГТОГТОХ, ЛЭНХТҮВШИН**



**2020 оны Шинжлэх ухаан, технологийн
салбарын Байгаль, Нийгмийн
уханы шагналд дэвшиж буй
"Туршилтыг төлөвлөх онолын шинэ
хандлага, хэрэглээ" (Баяжуулах
процессийн жишээн дээр)" сэдэвт
бүтээлийн товчоон**



**Эрдэнэт
Үйлдвэр Төмр**

багтана. Туршилтын утгуудыг тодорхой магадлалтайгаар гүйцэтгэж түүний статистик параметруудийг үнэлэх нь E шалгуурт хамаарна. Туршилтыг төлөвлөх онолын үндсэн судалгаанууд гол төлөв D, E ба G оновчтой шалгууруудын хувьд хийгдсэн байдаг.

2-р шатанд оновчлол хийгдэнэ. Энэ нь квадрат функцээр илэрхийлэгдэх хоёрдугаар эрэмбийн загварыг оновчлолын онол, алгоритмын үүднээс судалсна гэсэн үг. Оновчлолын үндсэн бодлого нь гүдгэр биш квадрат функцийн тэгш өнцөгт зааглалтын муж дээрх глобаль шийдийг олох бодлого болон томъёологддог. 2-р эрэмбийн загвараар тавигдсан квадрат функцийн өгөгдсөн олонлог дээрх хамгийн их утгыг олох бодлого нь олон экстремалыг глобаль оптимизацийн бодлого байдаг. Энэ бодлогын хувьд Лагранжийн аргыг хэрэглэвэл экстремум байх сэжигтэй цэг, орчны локаль цэгүүдийг олдог боловч тэр нь глобаль шийдийг олох арга, баталгаа өгдөггүй. Квадрат функцийн тэгш өнцөгт муж дээрх глобаль экстремумыг олох бодлого нь оновчлолын үүднээс маш хүнд бөгөөд полином хүчдрэлтэй (NP-hard) бодлогын ангид багтдаг. Тийм ч учраас Америкийн Клейгийн Математикийн хүрээлэнгээс энэ зуунд шийдэгдэх, тус бүр нь 1 сая долларын шагналттай 7 бодлогын нэгэнд энэхүү NP-hard бодлогыг багтаасан байдаг.

Туршилтыг төлөвлөх онолын хоёрдугаар эрэмбийн загварын оновчлолын бодлогууд нь локаль хайлтын аргуудаар шийдэгдэж ирсэн байдаг. Дээрх оновчлолын бодлогуудын хувьд глобаль шийдийг олох нь техник эдийн засгийн хувьд чухал ач холбогдолтой юм. Глобаль шийд нь локаль шийдээс утгын хувьд илүү сайн үр дүнг өгдөгөөрөө давуу талтай. Туршилтыг төлөвлөх онолын хоёрдугаар эрэмбийн загварт глобаль оновчлолын аргыг зохиогчид анх удаа оруулж ирсэн ба энэ онолын шинэ хандлага, хэрэглээг дараахь бүтээгүүддээ тусгасан.

A. "Туршилтыг төлөвлөх онолын шинэ хандлага, хэрэглээ" сэдвийн дор дотоод гадаадад нийтлүүлсэн өгүүлэл:

A1. Импакт фактор бүхий сэтгүүлд хэвлүүлсэн өгүүлэл

1. R. Enkhbat, J. Enkhbayar, N. Tungalag, O. Battogtokh and L. Enkhtuvshin, Application of survival theory in mining industry, (Scopus, asserfed in Journal Numerical Algebra Control and Optimization, 2020)
2. R. Enkhbat, T. V. Gluzdeva and M. V. Barkova, D. C. Programming Approach for Solving an Applied Ore-Processing Problem, Journal of Industrial and Management Optimization, Volume 14, Number 2, 613-623, 2018. (IF =1, 025)
3. T. V. Gluzdeva, A. V. Ushakov and R. Enkhbat, A Bioobjective D. C Programming Approach to Optimization of Rougher Flotation Process, Computers and Chemical Engineering, Vol.108, pp.349-359, 2018. (IF =3,334)
4. R. Enkhbat, B. Vargbold and M. Kamada, "A Numerical Approach for Solving Some Complex Maximization Problems", Journal of Global Optimization, Springer, Vol.35, pp.85-101, 2006. (IF=1.948, 2018)
5. R. Enkhbat. "An Algorithm for Maximizing a Complex Function over a Simple Set". Journal of Global Optimization, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, Vol.8, N4, pp.379-391, 1996. (IF=1.948, 2018)

A2. Олон улсын хянагддаг сэтгүүлд хэвлүүлсэн өгүүлэл

1. R. Enkhbat and Ya. Vazarsad, General Quadratic Programming and Its Applications, in book: "Optimization and Optimal Control", pp. 121-139, Springer, 2010.
2. R. Enkhbat and T. Ibaraki, "Response Surface Analysis using Quadratic Programming", International Journal of Systems and Management, No.1, Vol.24, 2005.

3. R.Enkhbat, "Theory, Methods and Algorithms for Concave Programming", in book (editor P.Pardalos) "Optimization and Optimal Control", World Scientific Publishing Co., Singapore, pp.69-79, 2003.
4. Ch.Altannar, B.Barsbold and R.Enkhbat, "A Global Method for Solving the Convex Quadratic Maximization Problem, Journal of Mongolian Mathematical Society, Vol.7, pp. 19-27, 2003.
5. R.Enkhbat, M.Kamada and Ya.Bazarsad. Finite Method of Maximizing Convex Functions over Compact Set, Journal of the Faculty of Engineering Ibaraki University, Japan, No.46, pp.15-21, 1999.
6. Ya.Bazarsad, R.Enkhbat. A Global Optimization Method and Algorithm in the Extremal Experiment, Journal " Optimization, Control and Intellect", Russia, Irkutsk, No.2, 1997, pp.98-107. (in Russian).
7. R.Enkhbat and M.Kamada. "A Finite Algorithm for Minimizing a Quadratic Function over Polyhedrons", Journal of the Faculty of Engineering Ibaraki University, Japan, N.44, pp.56-64, 1996.

А3. Дотоод сэтгүүлүүдэд хэвлүүлсэн өгүүлэл

1. R.Enkhbat, J.Enkhbayr, N.Tungalag, L.Enkhtuvshin, O.Battogtokh, A Method and Algorithm for Maximizing Metal Recovery in Copper Concentrate, Journal of Business and Innovation, Vol.12(18), pp.89-105, 2019. (In Mongolian).
2. O.Battogtokh, Ts.Tuya and R.Enkhbat, Optimization of Ore Concentration in Mining, Journal of Business and Innovation, Vol.06(04), pp.4-11, 2016. (In Mongolian).
3. R.Enkhbat and V.Altantuya. A Mathematical Method for finding an Optimal Enriching Process, Scientific Journal of Mongolian Technical University, No.1, pp.181-185, 1997. (in Mongolian).
4. R.Enkhbat and S.Chuyunhuug. Mathematical Modeling to Reduce the Amount of Iron in Component of water for Household and

- Industrial Usage, Scientific Journal of the Institute of Waterpolicy, Ulaanbaatar, No.1, pp.68-76, 1996. (in Mongolian)
5. S.Chimedochir and R.Enkhbat. Optimization of the Technological Process to Produce a wild fruits's (chazargan) oil, Scientific Journal of Mongolian Technical University, Vol.1, No.23, pp.91-98, 1996. (in Mongolian).
 6. Ya. Bazarsad and R.Enkhbat. Optimization Approach to Design of Experiments, Scientific Journal of Mongolian State University, No.120, pp.61-75, 1996. (in Mongolian)
 7. С.Chimeddulam, S.Bat, R.Enkhbat and R.Naidandorj. Optimization of Ingredients for Ethereal Oil, Scientific Journal of Mongolian Technical University, Vol.1, No.22, pp.114-119, 1995. (in Mongolian).
 8. Ya.Bazarsad, D.Enkhtuya and R.Enkhbat. Optimization of the Technological Process of Wool Strings, Scientific Journal of Mongolian Technical University, Ulaanbaatar, No.16, pp54-60, 1994. (in Mongolian).
 9. Ya.Bazarsad, S.Gelegiamz and R.Enkhbat. Optimal Composition of Ingredients for Pressed Animal Food, Scientific Journal of Mongolian Technical University, Ulaanbaatar, No.3, pp.78-82, 1993. (in Mongolian)
 10. G.Javhlan and R.Enkhbat. Optimization of a Chemical Process by the Method of Design of Experiments, Journal of Mongolian Academy of Science, Institute of Microbiology, Ulaanbaatar, No.21, pp.106-112, 1988. (in Mongolian)

Б. "Туршилтыг төлөвлөх онолын шинэ хандлага, хэрэглээ" сэдвийн дор Олон улсын эрдэм шинжилгээний хуралд хэлэлцүүлсэн илтгэлүүд

1. R. Enkhbat, T.V. Gruzdeva, N.Tungalag, O.Battogtokh, Global Optimization Approach To Solving Mineral Processing Problem, The 6th International Conference on Optimization, Simulation and Control (ICOSC2019), June 21-23, 2019, pp.22, Ulaanbaatar, Mongolia.

2. T.Gruzdeva and R.Enkhbat, One Approach to Solving an Applied-ore Processing Problem via D.C Optimization, pp.59, The 10th International Conference on Optimization: Techniques and Applications (ICOTA10), pp. 77, Ulaanbaatar, Mongolia, July 23-26, 2016.
3. M.Barkova, R.Enkhbat and T.Gruzdeva, D.C Optimization Approach for Solving an Optimization Problem at Ore-Dressing Plant, pp.72, The 10th International Conference on Optimization: Techniques and Applications (ICOTA10), pp.77, Ulaanbaatar, Mongolia, July 23-26, 2016.
4. R.Enkhbat, T.Gruzdeva and M.Barkova, Solving an Ore-Dressing Plant Problem by Global Optimization, pp.57, 5th Workshop-Seminar on Nonlinear Analysis and Extremal Problems, Institute of Dynamic System and Control, 20-25 June, Irkutsk, 2016, Taiwan, December 12-16, 2013.
5. R.Enkhbat, Global Method and Algorithm for Optimal Control Problems, The 2013 World Congress on Global Optimization, pp.8, Yellow Mountain, Anhui, China, July 8-12, 2013.
6. R.Enkhbat and S.Batbileg, Some Method and Algorithm for Solving D.C. Programming, Short Communications Abstracts, International Congress of Mathematicians, pp.582, Hyderabad, India, 19-27 August 2010.
7. R.Enkhbat, Theory, Methods and Applications of Concave Programming, The First Congress on Global Optimization in Engineering and Sciences, Changsha, China, June 1-5, 2009, pp.2.
8. R.Enkhbat, S.Batbileg and Ya.Bazarsad, An Algorithm for Solving Indefinite Quadratic Programming, pp.163, 4th International Conference on Generalized Solutions in Control Problems, pp.140, 23-28 June, 2008, Buriyat, Ulan-Ude, Russia.
9. R.Enkhbat and Ya.Bazarsad, General Quadratic Programming and its Applications in Response Surface Analysis, The Second International Conference on Optimization and Optimal Control, pp.117, Ulaanbaatar, Mongolia, July 17-20, 2007.
10. R.Enkhbat and Talsarkhi, Analysis of Response Surface Problems using Quadratic Programming, 18-th International Symposium on Mathematical Programming, August 18-22, 2003, Copenhagen, Denmark, pp.101.
11. R.Enkhbat, On Some Theory, Methods and Algorithms for Concave Programming, International Conference on Optimization and Optimal Control, pp. 56, Ulaanbaatar, Mongolia, August 13-17, 2002.
12. S.Davaasuren and R.Enkhbat, Application of Response Surface Analysis to Enriching Process of Poor Ore in Mining, Russian and Mongolian Conference, Irkutsk, Russia, 10-13 December 2000, pp.17.
13. R.Enkhbat, Some Global Optimization Problems in Statistics, Sixth SIAM Conference on Optimization, May 10-12, 1999, Atlanta, Georgia, USA, pp. 98.
14. Ya.Bazarsad, R.Enkhbat. A Finite Method for Solving the Problems of Surface Design, Volume of abstracts, "96 International Conference on Nonlinear Programming". Beijing, China, (2-5 September 1996), pp.13-14, 1996.
15. Ya. Bazarsad and R.Enkhbat, Optimization Approach to Design of Experiments, 10-th Seminar on Optimization and Applications, August 1995, Russia, Irkutsk, pp.24-25.
16. R.Enkhbat, General Approach to Some Problems of a Design of Experiment, The Second Asian Mathematical Conference, October 17-20, 1995, Thailand, pp.31.
17. R.Enkhbat, Application of Global Optimization Method Based on the Permissive Set to Design of Experiments, Short Communications Abstracts, International Congress of Mathematicians, Zurich, 3-11 August 1994, p.253.
18. "Тушилтыг төлөвлөх онолын шинэ хандлага, хэрэглээ" сэдвээр хэвлүүлсэн ном

1. Р. Энхбат, Н.Тунгалаг, Ж.Энхбаяр, О.Баттогтох, Л.Энхтүвшин, "Туршилтыг төлөвлөх онолын шинэ хандлага хэрэглээ", УБ, 2020.
2. Р. Энхбат, Н.Тунгалаг, Ж.Энхбаяр, О.Баттогтох, Л.Энхтүвшин, "Зэсийн баяжмал дахь металл авалтыг оновчлох арга, алгоритм, програм хангамж", УБ, 2020.

Шинжлэх ухаанд оруулсан хувь нэмэр, шинэлэг тал

Туршилтыг төлөвлөх онолын хоёрдугаар эрэмбийн загвараар тавигдах квадрат програмчлалын бодлогыг шийдэх глобаль оптимизацийн шинэ онол, арга, алгоритмыг дэвшүүлэн, импакт фактор бүхий 5 сэтгүүлд, олон улсын 7 сэтгүүлд, дотоодын 10 сэтгүүлд хэвлүүлж, 17 олон улсын хуралд илтгэж үр дүнг зөвшөөрүүлсэн. Үндэ онолын шинэ үр дүнг Дэлхийн математикчдийн их хурал(1994), Азийн математикчдын бага хурал(1995), Математик програмчлалын симпозиум (2003), Глобаль оптимизацийн анхны их хурал (2013) зэрэг дэлхийн хэмжээний хурлуудад хэлэлцүүлсэн. Ийнхүү Туршилтыг төлөвлөх онолын шинэ хандлага, хэрэглээг багийн гишүүдтэй хамтран 2016 оноос эхлэн уул уурхайн баяжуулах процесст хэрэглэж, зэсийн металл авалтыг 10 хүчин зүйлээс хамааруулсан квадрат функцийг байгуулан, баяжмал дахь зэсийн металл авалтыг хамгийн их байлгах бодлогыг оновчлолын бодлого болгон томъёолж, глобаль оновчлолын аргаар шийдэж, арга, аргачлал, програм хангамжийг "Эрдэнэт үйлдвэр" ТӨҮГ-г нэвтрүүлсэн (Р.Энхбат, Н.Тунгалаг, Ж.Энхбаяр, О.Баттогтох, Л.Энхтүвшин, Зэсийн баяжмал дахь металл авалтыг оновчлох арга, алгоритм, програм хангамж, УБ, 2020)