



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

Основна информация:

Име на курса: Епитермални нискосулфидни находища на благородни метали: геодинамика и геология, околорудни изменения, минералогия, текстури, геохимия и процеси на рудоотлагане

Лектор: доц. д-р Ирина Маринова

Телефон: +359 88 54 53 470

Имейл: irimari@gmail.com

Хорариум: 22 учебни часа лекции, 9 учебни часа упражнения и 4 учебни часа теренна работа

Анотация (до 150 думи):

Курсът има за цел да даде по-задълбочени познания върху епитермалните нискосулфидни находища на благородни метали въз основа на примери от България. Разгледани са основните черти на този тип находища, които включват геодинамична обстановка и геология; околорудни изменения; минералогия; минерални макро- и микротекстури; геохимия на находища и на рудни минерали; процеси на рудоотлагане; серен изотопен състав на някои сулфиди и сулфати; прилики и разлики с други типове находища на благородни метали. При изучаване на процесите на рудоотлагане ще се наблегне на отделни механизми като охлаждане на хидротермалните разтвори, взаимодействие скала/разтвор, кипене на разтворите и смесване на разтвори, както и тяхното отражение върху минералогията и текстурите на рудите, наноструктурните характеристики и химичния състав на главните рудни и жилни минерали. Ще се представят основните методи на изследване: прахов рентгенофазов анализ, оптична микроскопия, сканираща електронна микроскопия, рентгеноспектрален микроанализ, лазерна аблация с индуктивно свързана плазма и мас-спектрометрия, изотопен анализ на сярата, трансмисионна електронна микроскопия. Упражненията ще се провеждат в кабинет с цифрови бинокулярна лупа и оптичен микроскоп, и изложени минерални образци. Курсът предвижда и теренно запознаване с представител на този тип находища от България.

Тематично съдържание на курса (кратко описание по теми или модули):

Лекции

Тема 1: Геодинамична обстановка (2 часа);

Тема 2: Геоложки строеж, асоцииращ магматизъм, вместиращи скали (3 часа);

Тема 3: Околорудни изменения (3 часа);

Тема 4: Минералогия (3 часа);

Тема 5: Геохимия – главни и второстепенни елементи и елементи-следи в рудите (3 часа);

Тема 6: Химичен пренос на благородните метали в хидротермални разтвори и процеси на рудоотлагане (3 часа);

Тема 7: Прилики и разлики с други типове находища на благородни метали (2 часа);

Тема 8: Представителни примери от епитермални нискосулфидни находища на благородни метали на: текстури, минерален състав, индикаторни елементи-следи и индикаторни отношения на химични елементи в отделни минерали (3 часа).

Лабораторни упражнения



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

Всички упражнения се провеждат по указания на лектора и имат за цел затвърждаване и практическо приложение на лекционния материал.

1. Минерални макротекстури – 2 часа;
2. Минерален състав – 2 часа;
3. Минерални микротекстури – 3 часа;
4. Околорудни изменения – 2 часа.

Теренно запознаване с представително епитермалнонискосулфидно находище:

Посещение на находище Сърнак, Крумовградско с изучаване на място на геоложки строеж, стилове на минерализация и минерални текстури.

Форми на обучение и оценяване:

- очна форма на обучение
- писмено оценяване
- практическо оценяване при работа с минерални образци

Компетентности, придобити в резултат на обучението (3-5 точки):

- Практическо нагледно запознаване с различни текстури в минерални образци.
- Получаване на знания за търсене и проучване на епитермални нискосулфидни находища на благородни метали.
- Получаване на знания за индикаторната роля на определени минерални текстури – макро-, микро- и нанотекстури.

Литература:

- Browne P.R.L. 1978. Hydrothermal alteration in active geothermal fields. *Ann. Rev. Earth Planet Sciences*, 6, 229–250.
- De Yoreo J, P. Gilbert, N. Sommerdijk, R. Penn, S. Whitlam, D. Joester, H. Zhang, J. Rimer, A. Navrotsky, J. Banfield, A. Wallace, F. Michel, F. Meldrum, H. Colfen, P. Dove. 2015. Crystallization by particle attachment in synthetic, biogenic, and geologic environments. *Science*, 349:6247; [https:// doi. org/ 10. 1126/ scien ce. aaa67 60](https://doi.org/10.1126/science.aaa6760).
- Dong G, G. Morrison. 1995. Adularia in epithermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin. *Mineralium Deposita*, 30, 11–19; [https:// doi. org/ 10. 1007/ BF002 08872](https://doi.org/10.1007/BF00208872).
- Dong G, Morrison G, Jaireth S (1995) Quartz textures in epithermal veins, Queensland – classification, origin, and implication. *Economic Geology*, 90, 1841–1856; [https:// doi. org/ 10. 2113/ gseco ngeo. 90.6. 1841](https://doi.org/10.2113/gsecongeo.90.6.1841).
- Drummond S.E., H. Ohmoto. 1985. Chemical evolution and mineral deposition in boiling hydrothermal systems. *Economic Geology*, 80 (1), 126–147; <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.80.1.126>.
- Fournier R.O. 1985. Silica minerals as indicators of conditions during gold deposition. In: Tooker E.W. (ed) *Geological characteristics of sediment- and volcanic-hosted disseminated gold deposits—search for an occurrence model*; USGS Bulletin 1646, 15–26.
- Jones B. 2017. Review of aragonite and calcite crystal morphogenesis in thermal spring systems. *Sedimentary Geology*, 354, 9-23; <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2017.03.012>.
- Marinova I. 2017. Particular Distribution of Electrum Enrichments along Sinusoidal-Walled Veinlets and Geological Implications: A Case Study from the Eocene Low-Sulfidation Khan Krum Deposit,



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

SE Bulgaria. *Horizons Earth Sci. Research*, 16, 121-155, Nova Sci. Publ., ISBN 978-1-53611-852-0.

- Marinova I., V. Ganey, R. Titorenkova. 2014. Colloidal origin of colloform-banded textures in the Paleogene low-sulfidation Khan Krum gold deposit, SE Bulgaria. *Mineralium Deposita*, 49 (1), 49-74; <https://link.springer.com/article/10.1007/s00126-013-0473-4>.
- Marinova I., A. Gadzhalov, G. Bozkaya, M. Tarassov. 2025. Ore and gangue mineral textures, fluid inclusions, mesoscopically structured quartz and pyrite, and their bearing on the genesis of hydrothermal breccias in the low-sulfidation Surnak gold deposit, SE Bulgaria. *Mineralium Deposita*, 60 (6), 1233–1259; <https://link.springer.com/article/10.1007/s00126-024-01337-5>.
- McKibben M. A., C.S. Eldridge. 1990. Radical sulfur isotope zonation of pyrite accompanying boiling and epithermal gold deposition: a SHRIM study of the Valles Caldera, New Mexico. *Economic Geology*, 85, 8, 1917–1925; <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.85.8.1917>.
- Ohmoto, H. 1972. Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits. *Economic Geology*, 67 (5), 551–578; <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.67.5.551>.
- Saunders J.A. 1994. Silica and gold textures in bonanza ores of the Sleeper deposit, Humboldt County, Nevada: evidence for colloids and implications for epithermal ore-forming process. *Economic Geology*, 89, 628–638; <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.89.3.628>.
- Saunders J.A., P.A. Schoenly. 1995. Boiling, colloid nucleation and aggregation, and the genesis of bonanza Au–Ag ores of the Sleeper deposit, Nevada. *Mineralium Deposita*, 30, 199–210; <https://doi.org/10.1007/bf00196356>.
- Simmons S.F., B.W. Christenson. 1994. Origins of calcite in a boiling geothermal system. *American J. Science*, 294, 361–400; <https://doi.org/10.2475/ajs.294.3.361>.

Изисквания: Изпълнение на лабораторния практикум и писмен изпит.