

ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОМИССИИ ДИССОВЕТА 24.1.062.01

о соответствии диссертационной работы Токарева Игоря Владимировича «Изотопная реконструкция происхождения, эволюции и оценка текущего состояния водно-ледовых объектов» специальности 1.6.6. Гидрогеология и профилю диссертационного совета 24.1.062.01

Комиссия в составе: председатель Алексеева Л.П., члены комиссии Семинский К.Ж., Вахромеев А.Г. констатирует, что диссертационная работа «Изотопная реконструкция происхождения, эволюции и оценка текущего состояния водно-ледовых объектов» по своему содержанию соответствует специальности 1.6.6. Гидрогеология (п. 1, 2, 3, 5, 6) и может быть принята в диссертационный совет 24.1.062.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, которое на основе теоретических и экспериментальных обоснований способов применения изотопно-геохимических и геохронологических методов позволяет решать широкий круг задач гидрогеологии, геохимии, криологии, гидрологии, климатологии и смежных дисциплин по оценке текущего состояния, палеореконструкциям и прогнозу изменения состояния водно-ледовых объектов под действием природных и антропогенных факторов.

Комиссия отмечает следующие основные научные результаты диссертационной работы:

- установлено, что в гумидных и аридных районах «входная» функция для дейтерия, кислорода-18 и трития соответствует их средневзвешенным концентрациям в осадках холодного, а для благородных газов – теплого периода года;
- предложена неон-гелиевая систематика ($^3\text{He}/^4\text{He}$ vs. $^{20}\text{Ne}/^4\text{He}$), позволяющая получить первичную изотопно-геохимическую информацию, необходимую для идентификации условий питания подземных вод и их датирования тритий/гелий-3 и уран-торий/гелиевым методами;
- выявлены новые математические зависимости для расчета палеотемператур по полигонально-жильным льдам;
- разработана математическая модель, позволяющая выполнить уран-торий/гелиевое датирование подземных вод в многопластовых системах;
- предложен способ индикации «возрожденных» (талых мерзлотных) вод с использованием изотопного состава урана ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$);
- разработана концептуальная изотопная стратификация гидрогеологического разреза верхней части земной коры.

Практическая значимость диссертационной работы доказана в ходе выполнения коммерческих проектов на предприятиях ГК «Росатом» с целью прогноза безопасности размещения РАО в подземном пространстве и других промышленных объектах, в том числе, для оценки качества и ресурсов водных объектов для водоснабжения. Впервые для России автором на практике реализован тритий/гелий-3 метод датирования подземных вод и показана возможность определения источника загрязнения подземных вод нитратами по $\delta^{15}\text{N}$.

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались:

– на международных конференциях, в т.ч. «Снежный покров, атмосферные осадки, аэрозоли», V Байкальская междунар. научн. конф., Иркутск, 2023; Sixth Conference of geocryologists of Russia, Москва, 2022; Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока, 2018, 2021; II Междунар. конф. «Озера Евразии: проблемы и пути их решения», Казань, 2019; География: развитие науки и образования. Междунар. научно-практ. конф. СПб, 2018; Lateglacial-Interglacial transition: glaciotectonic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes, Petrozavodsk, 2018; International youth scientific conference on the polar geodesy, glaciology, hydrology and geophysics, St. Petersburg, 2018; 17th Intern. Congress of Speleology, Sydney, 2017; Научн. сесс. «Современные проблемы четвертичной геологии и географии Северо-Запада европейской части России и сопредельных стран», Петрозаводск, 2017; 23rd European Meeting of Environ. and Engineering Geo-physics, Malmö, 2017; 3rd Pan-Eurasian Experiment (PEEX) Conf. and the 7th PEEX Meeting, Helsinki, 2017; «Палеолимнология Северной Евразии. Опыт, методология, современное состояние», Якутск, 2016; XXI Междунар. научн. конф. (школа) по морской геологии, Москва, 2015; 4th Annual Meeting of G@GPS Palaeogroundwater from past and present glaciated areas, Tallinn, 2015; International Symposium on Isotope Hydrology: Revisiting Foundations and Exploring Frontiers, Vienna, 2015; XII Междунар. научн. конф. «Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа», Мурманск, 2014; Paleolimnology of Northern Eurasia. Intern. Conf, Petrozavodsk, 2014; Научн. конф. «Комплексные проблемы гидрогеологии», СПб, 2013; Междунар. научн. конф. «Гидрогеология сегодня и завтра. Наука, образование, практика», Москва, 2013; Goldschmidt conf.: Prague, Czech Republic, 2015; Florence, Italy, 2013; Prague, Czech Republic, 2011; Davos, Switzerland, 2009; ГЕОХИ, симпозиумы по геохимии изотопов: XX (2013), XIX (2010), XVII (2004), XVI (2001), XV (1998), Москва; IV Intern. Nuclear Forum. St.-Petersburg, 2009; Междунар. конф. «Будущее гидрогеологии: современные тенденции и перспективы», СПб, 2008; Междунар. конф. «Геология крупных городов», СПб, 2009; II Междунар. ядерный форум (X Юбилейн. конф. «Безопасность ядерных технологий: обращение с РАО и ОЯТ»), СПб, 2007; Uranium Mining and Hydrogeology, Freiberg, 2005; 7th biennial SGA meeting, Athens, Greece, 2003; V Freiberg Isotopen Kolloquium, Freiberg, 1996.

– на всероссийских совещаниях и конференциях, в т.ч. V Всерос. науч. конф. им. проф. С.Л. Шварцева «Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами», Томск, 2023; XXIII симпозиум по геохимии изотопов им. академика А.П. Виноградова, Москва, 2023; III Крымские карстологические чтения. Симферополь, 2021; XVII и XIII Ферсмановские научн. сесс. ГИ КНЦ РАН, Апатиты, 2020 и 2016; III Всеросс. научная конф. «Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами», Чита, 2018; II Всеросс. конф. «Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития», СПб, 2018; III Виноградовские чтения «Грани гидрологии», СПб, 2018; Всеросс. конф. «Гидрометеорология и экология: научные и образовательные достижения и перспективы», СПб, 2017; VII Российская молодёжная научно-практ. школа «Новое в познании процессов рудообразования», Москва, 2017; Всеросс. научн. конф. «Роль науки в решении проблем региона и страны: фундаментальные и прикладные исследования», Петрозаводск, 2016; VI Всеросс. научн. конф. «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения», Апатиты, 2016; V Ладожский симп. «Всеросс. конф. по крупным водоемам», СПб, 2016; Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.», Петрозаводск, 2015; Всеросс. конф. «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии», Томск, 2015; IV Всеросс. научн. конф. «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов», Москва, 2015; V Всеросс. научн. конф. «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения», Апатиты, 2014; V регион. научно-практ. конф. «Карст и пещеры Кавказа: результаты, проблемы и перспективы исследований», Сочи, 2014; Научно-практ. конф. «Фундаментальные аспекты безопасности захоронения РАО в геологических формациях», Москва, 2013; V Российская конф. по изотопной геохронологии «Геохроно-метрические изотопные системы, методы их изучения, геохронология геологических процессов», Москва, 2012; III Всеросс. научн. конф. с междунар. участ. «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения». Апатиты, 2010; Геохимия магматических пород. XXI Всеросс. семинар и школа «Щелочной магматизм Земли», Апатиты, 2003.

По теме диссертации опубликовано 80 работ (без учета тезисов конференций), в том числе 5 монографий и 75 статей в журналах, рекомендованных ВАК, и изданиях, индексируемых в международных базах научных знаний Scopus, Web of Science. Основные выводы и положения отражены в следующих публикациях:

Монографии

- 1. Токарев И.В.**, Батуев В.И. Использование изотопных трассеров для идентификации условий водного баланса болотного массива. Гл. 15 (с. 272-284). «Гидрометеорологический режим и водный баланс верховых болот Северо-Запада России (на примере болота Ламмин-Суо)». Под ред. С.М. Новикова и В.И. Батуева. СПб: Свое издательство, 2019, 448 с.
- 2. Коротков А.И., Румынин В.Г., Титенко А.П., Токарев И.В.** и др. Исследование процессов формирования и разрушения Северодвинского месторождения йодных вод. Гл. 3 (с. 180–236).

«Редкие типы минеральных вод Среднерусского артезианского бассейна». Ред. А.И. Коротков, А.А. Потапов, В.Г. Румынин. СПб. Наука. 2013. 304 с.

3. Изучение факторов формирования и оценка влияния водохранилищ Нижне-Нарынского каскада ГЭС на качество водных ресурсов бассейна реки Нарын изотопными методами. Сб. научн. ст. под ред. к.г.-м.н. **Токарева И.В.** Бишкек, 2010, часть 1, 174 с.

4. Учаев В.К., Сапожников Б.Г., Харьковский К.С., **Токарев И.В.** и др. Гидрогеологические исследования и наблюдения на опытном полигоне «Васильевка». В кн. «Гидрогеоэкологические исследования в нефтедобывающих регионах Республики Татарстан». Под ред. д.г.-м.н. Короткова А.И. и к.г.-м.н. Учаева В.К. Казань, Мин-во экологии и природных ресурсов РТ, изд-во НПО «Репер», 2007, 300 с.

5. Оценка влияния атомно-промышленного комплекса на подземные воды и смежные природные среды. Под ред. д.г.-м.н. Румынина В.Г. СПб, изд-во СПбГУ, 2003, 247 с.

Статьи

1. Васильчук Ю.К., Гинзбург А.П., **Токарев И.В.**, Буданцева Н.А., Васильчук А.К., Паламарчук В.А., Блудушкина Л.Б., Слышкина Е.С. Морфология наледи Булуус, Улахан-Тарын, условия ее залегания и распределение стабильных изотопов кислорода и водорода в нижней части // Арктика и Антарктика. 2024. № 1. DOI: 10.7256/2453-8922.2024.1.70079 EDN: ICABMG URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=70079.

2. **Токарев И.В.**, Исаков В.А., Исакова Т.Н. Использование изотопных методов для оценки условий формирования ресурсов и запасов подземных вод. Разведка и охрана недр. 2024, 1, 74–82. DOI: 10.53085/0034-026X_2024_1_74.

3. **Tokarev I.**, Poturay V., Yakovlev E. Estimation of the thermal water formation at the Kuldur site (Amurregion, Russia) according to water isotope composition (^2H , ^{18}O). Environmental Earth Sciences. 2024, 83(126). <https://doi.org/10.1007/s12665-024-11422-7>.

4. **Tokarev I.**, Yakovlev E., Erokhin S., Tuzova T., Druzhinin S., Puchkov A. Reflection of daily, seasonal and interannual variations in run-off of a small river in the water isotopic composition ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$): a case of the Ala-Archa mountain river basin with glaciation (Kyrgyzstan, CentralAsia). Water. 2024, 16, 1632. <https://doi.org/10.3390/w16111632>.

5. Chen R., Siidra O.I., Firsova V.A., Ugolkov V.L., Vlasenko N.S., Bocharov V.N., Arevalo-Lopez A.M., Colmont M., **Tokarev I.V.** Thermal evolution of the metamict fergusonite-(Y). Physics and Chemistry of Minerals. 2024. 51(12).

6. Namyatov A.A., **Tokarev I.V.**, Pastukhov I.A. Genesis of the eastern Barents Sea part water masses using winter data of isotopic parameters $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$. Deep-Sea Research I. 2024, 208.

7. Vasil'chuk Y.K., Vasil'chuk A.C., Budantseva N.A., Ginzburg A.P., **Tokarev I.V.**, Vasil'chuk J.Yu. Early Holocene oxygen isotope chronologies (11,267–6,420 cal BP) from ice wedge at Chara, Transbaikalia. Radiocarbon. 2024, 66(2), 400-409.

8. Васильчук Ю.К., Буданцева Н.А., **Токарев И.В.** и др. Радиоуглеродный возраст и стабильные изотопы кислорода в голоценовых повторно-жильных льдах на побережье Байдарацкой губы: Реконструкция январской палеотемпературы. Доклады Российской академии наук. Науки о Земле, 2023, 513(2), 117-122.

9. Никишин В.В., Блинов П.А., Федоров В.В., Никишина Е.К., & **Токарев И.В.** Анализ проблем добычи качественной питьевой воды из подземных водозаборов на о-ве Высоцкий в Выборгском районе Ленинградской области. Записки Горного института. 2023, т. 264, с. 937-948.

10. Borodulina G., **Tokarev I.**, Yakovlev E. Isotope Composition of Natural Water in Lake Onega Basin. Water. 2023, 15, 1855.

11. Kulik N.; Efremenko N., Strakhovenko V., Belkina N., Borodulina G., Gatal'skaya E., Malov V., **Tokarev I.** Geochemical Features of River Runoff and Their Effect on the State of the Aquatic Environment of Lake Onega. Water. 2023, 15, 964.

12. Yakovlev E., **Tokarev I.** et al. Assessment of the radiation quality of groundwater with an increased uranium isotope ratio $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ (Pre-Volga region, European Russia). J. Radioanal. Nucl. Chem. 2023.

13. Bantsev D., Ganyushkin D., Terekhov A., Ekaykin A., **Tokarev I.**, Chistyakov K. Isotopic Composition of Glacier Ice and Meltwater in the Arid Parts of the Altai Mountains (Central Asia). Water. 2022, 14, 252.

14. **Tokarev I.** et al. Inflow of surface and groundwater to Lake Ladoga based on stable isotope (^2H , ^{18}O) composition. J. Great Lakes Res. 2022, 48(4), 890-902.

15. Токарев И.В. и др. Задачи изотопных методов в структуре геологоразведочных работ на подземные воды. Разведка и охрана недр. 2022, 5, 33-38.
16. Токарев И.В. и др. Результаты применения изотопных методов при картировании листа Q-39 (Нарьян-Мар). Разведка и охрана недр. 2022, 9, 25-30.
17. Шамов В.В., Токарев И.В. и др. Динамика изотопного состава (^2H , ^{18}O) вод малых речных бассейнов южного Сихотэ-Алиня в летне-осенний период. Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022, 4(2), 202-215.
18. Бородулина Г.С., Токарев И.В., Левичев М.А. Изотопный состав ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) снежного покрова Карелии. Лед и снег. 2021, 61(4), 521-532.
19. Гудков А.В., Токарев И.В., Толстихин И.Н. Формирование и баланс атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод южных склонов Хибинского массива (по данным изотопного состава кислорода и водорода). Водные ресурсы. 2021, 48(1), 90-99.
20. Токарев И.В. и др. Неравновесный уран ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) водных объектов и климатические вариации: Океанический резервуар. Геохимия. 2021, 66(9), 857-864.
21. Tokarev I., Yakovlev E. Non-Equilibrium Uranium as an Indicator of Global Climate Variations — The World Ocean and Large Lakes. Water. 2021, 13, 3514.
22. Yakovlev E., Tokarev I. et al. Isotope Signs ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ^2H , ^{18}O) of Groundwater: An Investigation of the Existence of Paleo-Permafrost in European Russia (Pre-Volga Region). Water. 2021, 13, 1838.
23. Zykin N.N., Tokarev I.V., Vinograd N.A. Monitoring of stable isotopes ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) in precipitations of Moscow city (Russia): Comparison for 2005-2014 and 1970-1979 periods. Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2021, 66(4), 723-733.
24. Токарев И.В. и др. Способ расчета сосредоточенного инфильтрационного питания подземных вод по данным о распределении дейтерия и кислорода-18. Сб. «Научный парк СПбГУ: биомедицина, экология, природопользование» СПб.: Изд-во СПбГУ. 2020, с.124–163.
25. Vasil'chuk Y., Chizhova J., Frolova N., Budantseva N., Kireeva M., Oleynikov A., Tokarev I. et al. A variation of stable isotope composition of snow with altitude on the Elbrus Mountain, Central Caucasus. Geography, Environment, Sustainability. 2020, 13(1), 172-182.
26. Актаев М.Р., Лукашенко С.Н., Айдарханов А.О., Ляхова О.Н., Токарев И.В. Распределение микро- и макрокомпонентов и искусственных радионуклидов в водоеме «Атомное озеро». Радиационная биология. Радиоэкология. 2019, 59(3), 311-320.
27. Амеличев Г.Н., Токарев И.В., Токарев С.В. Установление условий формирования термоминеральных вод «Бишули» (Равнинный Крым) Изотопно-геохимическими методами. Геохимия. 2019, 12, 1288-1292.
28. Виноград Н.А., Токарев И.В. Строганова Т.А. Особенности формирования подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов Санкт-Петербурга и окрестностей по данным о химическом и изотопном составе. Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2019, 4, 575-597.
29. Malov A.I., Tokarev I.V. Using stable isotopes to characterize the conditions of groundwater formation on the eastern slope of the Baltic Shield (NW Russia). J. Hydrology. 2019, 578, 124130.
30. Tokarev I.V. et al. Fingerprint of the geographic and climate evolution of the Baltic–White Sea region in the Late Pleistocene-Holocene in groundwater stable isotopes (^2H , ^{18}O). Quat. Intern. 2019, 524, p.76-85.
31. Rets E.P., Popovnin V.V., Toropov P.A., Smirnov A.M., Tokarev I.V. et al. Djankuat Glacier Station in the North Caucasus, Russia: A Database of complex glaciological, hydrological, meteorological observations and stable isotopes sampling results during 2007-2017. Earth Syst. Sci. Data. 2019, 11, 1463-1481.
32. Банцев Д.В., Ганюшкин Д.А., Чистяков К.В., Екайкин А.А., Токарев И.В., Волков И.В. Особенности формирования ледникового стока на северном макросклоне массива Табын-Богдо-Ола по изотопным данным. Лёд и Снег. 2018, 58(3), 333-342.
33. Shestakova A., Guseva N., Kopylova Y., Khvashevskaya A., Polyva D., Tokarev I. Hydrogeochemistry and geothermometry of thermal and cold CO_2 -rich waters in East Tuva, Russia. Water. 2018, 10, 729.
34. Амеличев Г.Н., Токарев И.В. и др. Комплексная оценка возраста и установление условий формирования минеральных вод «Бишули» (Равнинный Крым) на основе изотопно-геохимических данных. Уч. зап. КФУ им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2017, 2, 130-150.

35. Жексембаев Е.Ш., Муртазин Е.Ж., **Токарев И.В.**, Кабиев А.Т. Гидрогеохимические особенности азотных терм Алакольской впадины (Вост. Казахстан). Изв. НАН Республики Казахстан. Сер. Геология и технические науки. 2017, 3, 185-197.
36. Токарев С.В., **Токарев И.В.**, Амеличев Г.Н. Изучение условий питания водоносных комплексов в неогеновых отложениях Равнинного Крыма с использованием метода стабильных изотопов. Геополитика и экогеодинамика регионов. 2017, 3(13), вып. 2, 71-77.
37. Rets E., Chizhova J., Loshakova N., **Tokarev I.** et al. Using isotope methods to study alpine headwater regions in the Northern Caucasus and Tien Shan. Front. in Earth Sci. 2017, 11(6), 1-13.
38. Васильчук Ю.К., Рец Е.П., **Токарев И.В.** и др. Расчленение гидрографа стока реки Джанкуат, Центральный Кавказ с помощью изотопных методов. Водные ресурсы. 2016, 43(6), 1-16.
39. Воронюк Г.Ю., Бородулина Г.С., Крайнюкова И.А., **Токарев И.В.** Водообмен в краевых частях Балтийского щита и прилегающих артезианских бассейнах по изотопным и химическим данным. Карельский перешеек. Тр. КарНЦ РАН. Сер. Лимнология. 2016, 9, 46-56.
40. Гусев Е.А., Максимов Ф.Е., Молодьков А.Н., Яржембовский Я.Д., Макарьев А.А., Арсланов Х.А., Кузнецов В.Ю., Григорьев В.А., **Токарев И.В.** Новые геохронологические данные по неоплейстоцен-голоценовым отложениям западного Таймыра и островов Карского моря. Проблемы Арктики и Антарктики. 2016, 3(109), 74-83.
41. Чижова Ю.Н., Рец Е.П., Васильчук Ю.К., **Токарев И.В.** и др. Два подхода к расчету расчленения гидрографа стока ледниковой реки с помощью изотопных методов. Лед и снег. 2016, 2, 161-168.
42. Сараев А.К., Симаков А.Е., Питулько В.М., Кулибаба В.В., **Токарев И.В.**, Тезкан Б. Инвентаризация и оценка погребённых объектов прошлого экологического ущерба в почвах и грунтовых водах с использованием новой технологии радиоманнитотеллурических зондирований. Региональная экология. 2015, 1(36), 7-21.
43. Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Облогов Г.Е., **Токарев И.В.** Реконструкция палеоклимата Российской Арктики в позднем неоплейстоцене–голоцене на основании данных по изотопному составу полигонально-жильных льдов. Криосфера Земли. 2015, XIX(2), 98-106.
44. Malov A.I., Bolotova I.N., Zyкова S.B., **Tokarev I.V.** et al. Modeling past and present activity of a subarctic hydrothermal system using O, H, C, U and Th isotopes. Appl. Geoch. 2015, 63, 93-104.
45. **Токарев И.В.** и др. Условия формирования железистых минеральных вод по изотопным и гидрохимическим данным (курорт «Марциальные воды», Карелия). Геохимия. 2015, 1, 88-91.
46. Конищев В.Н., Голубев В.Н., Рогов В.В., Сократов С.А., **Токарев И.В.** Экспериментальное исследование изотопного фракционирования воды в процессе сегрегационного льдообразования. Криосфера Земли. 2014, XVIII(3), 3-10.
47. Гудков А.В., Каменский И.Л., Мелихова Г.С., Скиба В.И., **Токарев И.В.**, Толстихин И.Н. Тритий-гелий-3 метод и его применение для датирования подземных вод (на примере Кировского горнопромышленного района, Мурманская область). Геохимия. 2014, 7, 647-653.
48. **Токарев И.В.** и др. Экологические проблемы эксплуатации подземных вод Карельского перешейка. Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология и география. 2013, 2, 21-31.
49. **Токарев И.В.** Реконструкция условий формирования Северодвинского месторождения йодных вод по изотопным данным. Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология и география. 2012, 4, 34-45.
50. **Токарев И.В.** и др. Оценка долгосрочной безопасности захоронения радиоактивных отходов. 1. Палеорекострукция условий формирования подземных вод. Водные ресурсы. 2009, 36(2), 219-227.
51. **Токарев И.В.** и др. Исследование подземных вод в отдельных районах Карелии изотопно-геохимическими методами. Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология и география. 2008, 2, 25-36.
52. Зубков А.А., Рыбальченко А.И., Румынин В.Г., **Токарев И.В.** и др. Анализ системы геотехнологического мониторинга полигона подземного захоронения жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината. Разведка и охрана недр. 2007, 11, 56-62.
53. Сушевская Т.М., **Токарев И.В.** Изотопы аргона во флюидных включениях минералов вольфрамитовых месторождений Иультин и Светкое (Чукотка). Геохимия. 2003, 1, 1227-1230.
54. Конников Э.Г., Прасолов Э.М., **Токарев И.В.** и др. Изотопы Ag и Ne из пород Довыренского мафит-ультрамафитового массива. Геология и геофизика. 2002, 43(6), 543-552.

Комиссия предлагает назначить по диссертации: ведущую организацию – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический

университет» (г. Томск); официальных оппонентов: д.г.-м.н. Артамонову С.Ю., ФГБУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск); д.г.-м.н., профессора Рассказова С.В., ФГБУН Институт земной коры СО РАН (г. Иркутск); д.ф.-м.н. Харитонову Н.А., МГУ (г. Москва).

Председатель комиссии:



Алексеева Л.П.

Члены комиссии:



Семинский К.Ж.



Вахромеев А.Г.