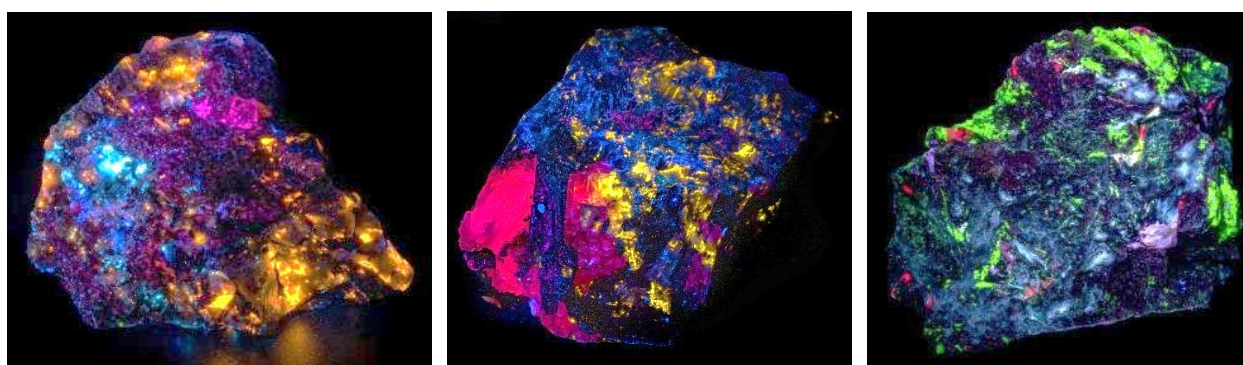


Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
имени Б.В. Всесвятского

Федеральный заочный этап
(Россия, Москва, 1 февраля - 31 марта 2026 г.)
Секция: Палеонтология, минералогия и петрография

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МИНЕРАЛЫ ХИБИН



Автор:

Жиганов Алексей Валентинович
МБУДО Дом детского творчества им. академика А. Е. Ферсмана г. Апатиты;
Россия, Мурманская область, г. Апатиты, МБОУ СОШ №15, 9 класс

Научный руководитель:

Демичева Оксана Николаевна, руководитель геошколы "Кианит",
МБУДО Дом детского творчества им. академика А. Е. Ферсмана г. Апатиты;
Мудрук Сергей Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук,
Геологический институт ФИЦ Кольский научный центр РАН;
Паникоровский Тарас Леонидович, старший научный сотрудник
Центр наноматериаловедения ФИЦ Кольский научный центр РАН;
Ильин Григорий Сергеевич, младший научный сотрудник
Центр наноматериаловедения ФИЦ Кольский научный центр РАН

Мурманская обл., г. Апатиты
2026 г.

Оглавление

Введение	3
Основная часть	
1. Теоретическая часть	
1.1. Что такое люминесценция	5
1.2. Разновидности люминесценции минералов	5
1.3. Минералы Хибинского массива	6
1.4. Применение в геологии	6
1.5. Перспективы в создании новых материалов	6
2. Практическая часть	
2.1. Какое оборудование взять с собой для поиска минералов	7
2.2. Советы по поиску и тестированию	7
2.3. Места, где можно найти люминесцентные минералы в Хибинах	8
2.4. Сводная таблица минералов с люминесцентными свойствами в Хибинах	10
2.5. Что делать после сбора образцов?	11
2.6. Можно ли фотографировать люминесценцию?	11
3. Использование результатов	11
3.1. Области применения	11
3.2. Обоснование времени доведения разработки до действующего образца и необходимых ресурсов	12
3.3. Сравнение с существующими аналогами и преимущества разработки	13
3.4. Анализ бизнес-привлекательности и перспектив коммерческого использования	13
3.5. Социально-экономическое влияние	13
3.6. Выводы	14
Заключение	14
Список литературы	15
Приложение 1	16
Приложение 2	19
Приложение 3	23
Приложение 4	25

Введение

В этом году мы всей семьей посетили выставку, посвященную минералам «Минерал. Два взгляда» в г. Кировск в Музейно-выставочном центре «Апатит» - корпоративном музее группы компаний «ФосАгро» [1] (Приложение 1). Мне там очень понравилось. Мы пообщался с авторами выставки и решили узнать, сколько и каких минералов, обладающих люминесценцией, можно найти в Хибинах. Эта тема нас очень заинтересовала, и мы решили провести свое исследование, организовав в Хибинах поиски минералов, которые обладают эффектом люминесценции. В будущем я планирую получить образование геолога и работать в компании «ФосАгро». Знания, полученные в ходе этой работы, надеюсь, помогут в осуществлении моей мечты.

Хибины - горный массив на Кольском полуострове. Это уникальный и один из старейших горных массивов России, геологический возраст — около 340–390 миллионов лет.

Название массива происходит, предположительно, от финского слова «хибен», что переводится как «гора, возвышенность, холм» [2].

Изучение люминесценции минералов Хибинского массива имеет важное научное и практическое значение. Хибины являются одним из крупнейших в мире апатит-нефелиновых комплексов, известных большим разнообразием минералов, включая редкие и уникальные. Многие из них проявляют люминесцентные свойства, что делает данный регион своеобразной «естественной лабораторией» для исследований в области минералогии, геохимии и спектроскопии. Это делает их интересными как для коллекционеров, так и для исследователей [3].

Источниками исследования послужили официальные документы, записки путешественников, а также общение с учеными Кольского научного центра Российской Академии наук.

Актуальность: изучение люминесценции минералов Хибинского массива актуально как для фундаментальной науки, так и для прикладных задач, а также способствует сохранению и популяризации уникального природного наследия региона.

Актуальность обусловлена следующими факторами:

1. Научное значение:

- Изучение механизмов люминесценции позволяет глубже понять особенности кристаллохимии, дефектов кристаллической решётки и процессов минералообразования.
- Хибины содержат минералы с уникальными спектральными характеристиками, которые могут быть использованы как природные эталоны при исследовании люминесценции.

2. Практическое значение:

- Люминесценция минералов используется как экспресс-метод диагностики при геологоразведочных работах, в том числе для поиска апатит-нефелиновых руд.

- Исследование свойств редких люминесцентных минералов открывает перспективы применения их в материаловедении, фотонике, оптике и даже в медицине (например, как источников люминесцентных маркеров).

3. Эстетико-культурное значение.

- Люминесценция минералов Хибин представляет интерес для музейной практики, популяризации геологических знаний и развития геотуризма. Люминесценция минералов делает их объектами экспозиций и образовательных программ.

Объект исследования: минералы Хибинского массива.

Предмет исследования: люминесцентные свойства минералов и их спектральные характеристики

Гипотеза: предположим, что многие минералы в Хибинах проявляют люминесцентные свойства, что делает данный регион «естественной лабораторией» для исследований в области минералогии, геохимии и спектроскопии.

Цель исследования: выявить проявления люминесценции минералов Хибин, собрать образцы и определить минералы.

В соответствии с объектом, предметом и целью исследования были поставлены следующие **задачи:**

- изучить литературу по данной теме;
- рассмотреть различные источники информации, в которых описана люминесценция и информация по минералам Хибин;
- создание путеводителя для популяризации геологических знаний и развития геотуризма в регионе;

• познакомить с результатами исследования учащихся школы, учителей и родителей. Продемонстрировать образцы, их люминесцентные свойства и заинтересовать слушателей геологией и минералогией родного края.

В процессе работы использовались следующие **методы исследования:**

- теоретические (изучение и анализ литературы, обобщение данных, разработка маршрутов для путеводителя);
- практические (посещение и изучение минералов в Музейно-выставочном центре «Апатит» - корпоративном музее группы компаний «ФосАгро» в городе Кировск, посещение Музея Кольского научного центра «Хибинариум» в городе Апатиты, посещение Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского в городе Санкт-Петербурге. Походы в горы для поиска образцов и уточнения маршрутов для путеводителя. Участие в «Геологической барахолке» для обмена знаниями и минералами с коллегами по увлечению и популяризации разнообразия минералов Хибин для жителей и гостей города Кировск. Фотосъемка собранных минералов и их описание).

Практическая значимость исследования:

- использование люминесценции как метода экспресс-диагностики при геологоразведке апатит-нефелиновых руд;

- применение результатов в материаловедении (создание люминофоров, оптических материалов);
- развитие научно-популярных экспозиций и геотуризма в регионе, основанных на уникальном свечении минералов;
 - популяризация знаний о Кольском полуострове и Хибинах;
 - формирование углублённых знаний об минералогическом потенциале родного края, любви к малой Родине;
 - популяризация минералогического туризма, использование материалов работы для проведения внеклассных мероприятий и научных работ.

1. Теоретическая часть

1.1. Что такое люминесценция

Люминесценция — свойство вещества излучать свет при любом (механическом, химическом, радиационном, термическом) воздействии на него, но без сильного нагрева до красного или белого каления [3].

Люминесценция чаще всего встречается в природе и в различных технических устройствах. В природе это свечение насекомых (светлячки), морской воды (планктон), полярные сияния и свечение минералов. В технике люминесценция используется в люминесцентных лампах, электронно-лучевых трубках, дисплеях, люминесцентных покрытиях и даже в детекторах радиации [4, 5].

Люминесценция минералов - свечение минералов в видимом диапазоне, возникающее под влиянием различных видов воздействия при поглощении веществом энергии с последующим высвобождением её в виде света.

1.2. Разновидности люминесценции минералов

Механизм, вызывающий люминесценцию, связан с возбуждением атомов вещества.

В зависимости от вида воздействия, вызывающего свечение, различают фотолюминесценцию (при воздействии на минерал ультрафиолетового излучения), термолюминесценцию (при нагревании не выше температуры красного или белого каления), рентгенолюминесценцию (при воздействии рентгеновского излучения), катодолюминесценцию (при возбуждении потоком электронов), триболюминесценцию (при механическом воздействии – ударе, растирании и др.). По продолжительности выделяют флюоресценцию (флуоресценцию) минералов, проявляющуюся только в момент воздействия, и фосфоресценцию («послесвечение»), продолжающуюся и после прекращения воздействия [6, 7].

Большинство минералов не имеют заметной флуоресценции. Только около 15% минералов имеют свечение, которое видят люди, а другие образцы этих

минералов не будут светиться. Флуоресценция обычно возникает, когда в минерале присутствуют определенные примеси, известные как «активаторы» [5].

Точное количество люминесцентных минералов в мире не известно, но на данный момент открыто более 600 видов и их разновидностей.

1.3. Хибинский массив - уникальное месторождение

Хибинский массив - одно из самых уникальных месторождений в мире со щелочными и редкоземельными минералами. Так же там встречаются минералы с люминесценцией. Вот некоторые из них:

- Содалит - обычно светится ярко-оранжевым под ультрафиолетовым светом. Иногда встречается с фосфоресценцией зеленых тонов.
- Фторапатит – светится бледно-фиолетовым в коротковолновом ультрафиолете.
- Флюорит — известен своей яркой синей люминесценцией в ультрафиолетовом свете.
- Кальцит — может проявлять флуоресценцию в различных цветах, включая красный, оранжевый и голубой [6].

1.4. Применение в геологии

Люминесцентные свойства минералов могут значительно расширить возможности геологических исследований:

- **История земной коры:** Анализ люминесцентных характеристик помогает установить время и условия формирования минералов, что в свою очередь позволяет строить более точные модели геологической истории.
- **Картирование и датировка:** Новые методы дистанционного картирования, основанные на люминесцентной спектроскопии, могут значительно ускорить определение состава и возраста геологических пластов без необходимости бурения или иных инвазивных методов [8, 9].

1.5. Перспективы в создании новых материалов

Использование природных люминесцентных минералов может привести к революционным открытиям в области материаловедения:

- **Оптические материалы:** Природная устойчивость и специфические свойства люминесцентных минералов делают их идеальными кандидатами для создания устойчивых к воздействию среды оптических материалов с заданными характеристиками.

- **Датчики и технологии:** Эксплуатация люминесцентных свойств в устройствах, требующих высокоточных измерений, например, в областях медицины или сенсорики, открывает новые горизонты для разработки сенсоров и диагностических технологий [10].

2. Практическая часть

2.1. Оборудование, необходимое для поиска люминесцентных минералов

Для наблюдения за люминесценцией в полевых условиях важно иметь:

✓ **Молоток**, чтобы отбить нужный образец от породы.

✓ **Ультрафиолетовая лампа (УФ-лампа):**

Длинноволновая (LW): ~365 нм;

Коротковолновая (SW): ~254 нм.

Некоторые минералы светятся только в одном из диапазонов. Коротковолновые лампы дают более интенсивное свечение, но требуют осторожности (защитные очки!).

Рекомендуемые модели:

- Conroy c8, 365 нм;

- Модель УТ-1842-UVC (3 светодиода 254 нм, УФ 365 нм и УФ 395 нм);

- Компактный УФ фонарь, УУС-540 365UV Original (стекло Вуда, 365 нм).

✓ **Защитные очки.** Для защиты глаз от ультрафиолета, особенно при использовании SW-УФ.

✓ **Черный картон/черный фон.** Чтобы лучше видеть свечение минерала — кладите его на тёмную или чёрную поверхность.

✓ **Перчатки и щетка.** Для безопасной работы с камнями и очистки поверхностей перед проверкой люминесценции.

✓ **Фонарик белого света.** Чтобы осмотреть образец перед тестированием на люминесценцию. Для прохода в штольни.

✓ **Свето-непропускающая накидка или ткань.** Чтобы накрыться и наблюдать свечение минералов днём.



Рисунок 1. Инструменты для поиска минералов

2.2. Советы по поиску и тестированию

Люминесцентные минералы ищите в раскрытых скальных обнажениях, карьерах и пегматитовых жилах. Обращайте внимание на минералы, которые выделяются по цвету или блеску. Протрите поверхность камня щёткой — часто

именно верхний слой загрязнений мешает увидеть люминесценцию. Тестируйте образцы сразу после дождя или смачивания водой — некоторые минералы лучше светятся влажными. Заведите блокнот для записей: какие образцы светились, под каким светом, цвет свечения — это поможет в дальнейшем их анализе и классификации.

2.3. Места, где можно найти люминесцентные минералы в Хибинах

Карта с маршрутами представлена в Приложении 3.

Ущелье Голубых озер, гора Айкуайвенчорр. Расположено к юго-востоку от Кировска. Известно пегматитами с цирконом, флюоритом и полевыми шпатами. Встречаются образцы с яркой флуоресценцией под УФ-светом. [2]



Рисунок 2. Ущелье Голубых озер, гора Айкуайвенчорр

Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор. Известны большим разнообразием люминесцирующих минералов: содалит (и разновидность гакманит), фторапатит, ортоклаз, арктит, натисит.



Рисунок 3. Поиск люминесцирующих минералов на горе Юкспор

Заброшенный молибденитовый рудник в Хибинах. Расположен примерно в 10 км от г. Кировск на восточном отроге горы Тахтарвумчорр между первым и вторым восточными цирками на высоте около 300 м по вертикали над озером Малый Вудъявр. Проявление молибденита здесь было обнаружено в 1927 году, интенсивно разведывалось с 1931 по 1933 годы. В 1934 году после детальных

технологических исследований было доказано, что руда месторождения труднообогатима из-за примесей [2]. Светится: содалит (Приложение 2, Рисунок 1). Можно так же найти: эгирин, нефелин, полевой шпат и молибденит.



Рисунок 4. Поиск люминесцирующих минералов на молибденитовом руднике

Долина ручья Поачвумйок, хребет Поачвумчорр. Здесь встречается содалит, арктит, кальцит, так же включения содалита и кальцита в уникальный минерал тингуаит (Приложение 2, рисунок 3) [2].



Рисунок 5. Долина ручья Поачвумйок, хребет Поачвумчорр

2.4. Минералы с люминесцентными свойствами, обнаруженные в Хибинах [6, 11]

Таблица 1. Сводная таблица минералов

№	Название минерала	Формула	Цвет люминесценции (L.W/SW)	Места находок	Особенности
1	Фторапатит	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	(отсутствует/ фиолетовый)	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	Часто содержит РЗЭ, усиливающие свечение
2	Содалит	$\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{Cl}_2$	(ярко-оранжевый/ отсутствует)	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	Иногда обладает тенебресценцией – изменением цвета под действием ультрафиолета (разновидность Гакманит)
3	Арктит	$\text{Na}_5\text{BaCa}_7(\text{PO}_4)_6\text{F}_3$	(ярко-голубой/ отсутствует)	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	Содержит РЗЭ
4	Натисит	$\text{Na}_2(\text{TiO})\text{SiO}_4$	(отсутствует/ ярко-голубой)	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	Проявляет люминесценцию благодаря нестандартной структуре
5	Калиевый полевой шпат	KAlSi_3O_8	Красный	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	Может содержать примеси Fe, Pb, Mn
6	Пектолит	$\text{NaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH})$	Желтый	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	
7	Кальцит	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	(розово-красный/ отсутствует)	Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор, Хибины.	
8	Циркон	ZrSiO_4	(коричневый/ желтый)	Ущелье Голубых озер, гора Айкуайвенчорр, Хибины.	Иногда слабо-радиоактивный, может давать разные оттенки
9	Флюорит	CaF_2	(синий/ отсутствует)	Ущелье Голубых озер, гора Айкуайвенчорр, Хибины.	Цвет зависит от примесей РЗЭ
10	Опал	SiO_2	Зеленый	Гора Каскаснорчорр, Хибины	Яркая зеленая люминесценция из-за примесей UO_2^{2+}

2.5. Что делать после сбора образцов?

Очистите образцы мягкой щеткой и водой. Храните их в темноте — постоянное воздействие света может снижать люминесценцию. Если планируете исследования дома — используйте УФ-лампу с разными длинами волн.

Можно добавить в коллекцию пометки: место находки, дата, тип УФ-света, цвет свечения.

Любопытный факт: некоторые хибинские цирконы содержат радиоактивные примеси (например, уран), что вызывает катодлюминесценцию — свечение при облучении электронным лучом. Такие образцы интересны для научного изучения и могут быть использованы в геохронологии [6, 11].

2.6. Можно ли фотографировать люминесценцию?

Да! Это отличный способ запомнить находки и поделиться фотографиями минералов.

Что понадобится: DSLR-камера или смартфон с режимом длительной экспозиции. Штатив. УФ-лампа/фонарь. Темное помещение или ночь.

Настройки: Выдержка: 10–30 секунд. Диафрагма: f/2.8–f/4. ISO: 800–3200. Ручная фокусировка на минерале. В приложении можно увидеть фотографии минералов при обычном свете, и при длинноволновом и коротковолновом УФ [12]. Фотографии можно увидеть в Приложении 2.

3. Использование результатов

Результатом работы стал специализированный путеводитель «Люминесцентные минералы Хибин», посвящённый уникальному природному явлению — люминесценции минералов Хибинского горного массива. Разработка имеет как практическое применение, так и значительный потенциал дальнейшего использования в различных областях.

3.1. Области применения:

1. Научно-популярная и образовательная деятельность

Путеводитель может использоваться:

- в качестве учебно-методического пособия для школьников, студентов геологических, географических и экологических направлений;
- при проведении экскурсий, полевых практик, факультативных занятий и кружков естественно-научной направленности;
- как популяризатор науки, расширяющий представление широкой аудитории о минералогическом разнообразии Хибин.

2. Туристско-экскурсионная деятельность

- Результаты разработки применимы:
- при создании специализированных экскурсионных маршрутов (в том числе ночных и интерактивных);
- в работе экскурсоводов, гидов и туристических операторов;

- в рамках развития познавательного, научного и промышленного туризма в Мурманской области.

3. Музейная и выставочная деятельность

Путеводитель может быть использован:

- как основа для экспозиций и временных выставок, посвящённых минералогии и люминесценции;
- в качестве справочного материала для музейных сотрудников и посетителей;
- при создании мультимедийных и интерактивных стендов.
- достигнута предварительная договоренность с Музейно-выставочным центром «Апатит» - корпоративным музеем группы компаний «ФосАгро» в городе Кировск для издания моего путеводителя и его бесплатного распространения всем посетителям музея. В среднем музей посещают около 100 тысяч человек в год.

4. Краеведческая и имиджевая деятельность региона

Разработка способствует:

- формированию уникального образа Хибин как территории с редкими природными феноменами;
- повышению туристической и культурной привлекательности региона;
- развитию локальных брендов и сувенирной продукции.

3.2. Обоснование времени доведения разработки до действующего образца и необходимых ресурсов

Разработка путеводителя уже доведена до действующего практического образца, пригодного для использования в образовательной, туристической и популяризационной деятельности. Для дальнейшего развития и масштабирования проекта возможно поэтапное расширение.

Сроки доведения до практической реализации:

- ✓ Базовый продукт (печатный и электронный путеводитель): реализован в рамках текущего проекта.
- ✓ Расширенная версия (дополненное издание, мультимедийное сопровождение): 6–12 месяцев.
- ✓ Интерактивные форматы (мобильное приложение, AR-экскурсии): 12–24 месяца.

Необходимые ресурсы:

Человеческие ресурсы

- ✓ авторы и научные консультанты (геологи, минералоги);
- ✓ дизайнеры и иллюстраторы;
- ✓ специалисты по туризму и экскурсионной деятельности;
- ✓ IT-специалисты (при цифровом развитии проекта).

Материально-технические ресурсы

- ✓ оборудование для ультрафиолетовой съёмки;
- ✓ средства полиграфии или цифровой публикации;
- ✓ программное обеспечение для верстки и мультимедиа.

Финансовые ресурсы

- ✓ затраты на доработку контента;
- ✓ печать и распространение;
- ✓ маркетинговое продвижение.

3.3. Сравнение с существующими аналогами и преимущества разработки

На момент реализации проекта аналогичных специализированных путеводителей по люминесцентным минералам Хибин не существует. Имеющиеся путеводители по региону носят общий характер и не рассматривают феномен люминесценции как самостоятельный объект исследования и показа.

Основные преимущества разработки:

- ❖ уникальность тематики (путеводитель является первым и единственным, полностью посвящённым люминесцентным минералам Хибин);
- ❖ узкая специализация при доступной подаче (материал сочетает научную достоверность с популярной формой изложения, что делает его доступным для широкой аудитории);
- ❖ практическая ориентированность (путеводитель может использоваться непосредственно в полевых условиях, на экскурсиях и при организации туристических маршрутов);
- ❖ инновационный характер (использование люминесценции как визуального и эмоционального инструмента вовлечения значительно повышает интерес к теме и региону).

3.4. Анализ бизнес-привлекательности и перспектив коммерческого использования

Разработка обладает высокой бизнес-привлекательностью благодаря сочетанию уникальности, практической применимости и соответствия современным трендам в туризме и образовании.

Перспективы коммерческого использования: продажа печатных и электронных изданий туристам, образовательным учреждениям, музеям и библиотекам.

Интеграция в туристические продукты специализированные экскурсии; авторские туры; ночные и событийные мероприятия.

Развитие сопутствующих продуктов: сувенирная продукция; мультимедийные приложения; онлайн-курсы и лекции.

3.5. Социально-экономическое влияние:

- ❖ способствует развитию устойчивого туризма;
- ❖ повышает уровень научной грамотности населения;
- ❖ поддерживает экономику региона за счёт привлечения туристов;
- ❖ формирует положительный имидж Хибин как уникальной природной территории.

3.6. Выводы

Путеводитель «Люминесцентные минералы Хибин» представляет собой инновационную, практически реализованную и перспективную разработку, обладающую значительным научным, образовательным, туристическим и коммерческим потенциалом. Он не только восполняет существующий информационный пробел, но и открывает новые направления развития региона и популяризации природного наследия Хибин. Прделанные шаги в этом направлении можно увидеть в Приложении 4.

Заключение

Горы Хибин, по выражению русского геохимика Александра Ферсмана, являются природным минералогическим музеем. В Хибинах обнаружено около 600 видов минералов (всего в мире около 6000, в России около 3000, в Мурманской области 1250), 127 открыты впервые, многие из которых являются очень редкими, а около 60 не встречаются больше нигде в мире [2, 6, 13, 14].

Наша гипотеза подтвердилась. Хибинский массив — одно из самых продуктивных мест в мире по количеству уникальных люминесцентных минералов. Мы нашли и сфотографировали много минералов. Особенно интересны для коллекционеров и исследований: содалит, арктит, натисит, циркон, флюорит. Использование ультрафиолетовой лампы (коротковолновой и длинноволновой) позволяет выявить скрытые оптические свойства этих минералов, недоступные глазу при обычном освещении [9, 15, 16, 17].

Надеюсь, наша работа поможет в развитии научно-популярных экспозиций и геотуризма в регионе и позволит заинтересовать школьников геологией, минералогией и заставить гордиться родным краем, с уникальной природой и земными недрами. «На Севере – жить!»- не просто слова, а гордость за край, где можно жить, учиться и работать на благо Родины!

В дальнейшем я планирую детально изучить эффект люминесценции и её практическое применение в геологии и минералогии.

Список литературы

1. «Минерал. Два взгляда.» - путеводитель по выставке.
2. «Хибинские тундры. Геологическая карта 1:50000 и путеводитель». Ю. Войтеховский. Геологическая служба Финляндии и Геологический институт КНЦ РАН, 2014
3. <https://www.gemselect-russia.com/russian/other-info/fluorescent-gems.php>
4. <https://studfile.net/preview/9001718/page:3/>
5. <https://chelmuseum.ru/science/articles/o-fluorestsentsii-mineralov/?ysclid=mc3lnbe84t175842739>
6. «Khibiny», V.N. Yakovenchuk, G.Yu. Ivanyk, Ya.A. Pakhomovsky and Yu.P. Men'shikov Laplandia Minerals, Apatity, 2005.
7. <https://www.livemaster.ru/topic/1327445-raznovidnosti-lyuminestsentsii-mineralov>
8. https://cryst.geol.msu.ru/courses/morfo/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%E2%84%96%20%D0%BE%D1%82%2014.11.2024_%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf
9. <https://www.mdpi.com/2075-163X/13/1/37>. Перевод: https://dzen.ru/a/ZIgtfkVrkXyios_?ysclid=mf1369a1hl385590170
10. <https://www.dissercat.com/content/nauchnye-osnovy-lyuminestsentnoi-separatsii-mineralnogo-syrya>
11. Ильин Г.С. «Перечень минеральных видов Кольского региона» - Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2025. – 156 с.
12. <https://studfile.net/preview/9455713/page:135/>
13. Ферсман А.Е. «Путешествия за камнем» Издательство Академии наук СССР, Москва, 1960 г., 405 стр. (<https://www.geokniga.org/books/9351>)
14. Минералы Хибин. <https://nordstoyn.ru/minerals-hibin?ysclid=melsoir4ln394522834>
15. Mindat.org — база данных минералов
16. <https://uvminerals.org> The Fluorescent Mineral Society — сообщество коллекционеров
17. <https://bigenc.ru/c/liuminestsentsiia-mineralov-1d9885>

Музеи, выставки и мероприятия, которые мы посетили и приняли участие при подготовке работы



Рисунок 1. Музейно-выставочный центр «Апатит» - корпоративный музей группы компаний «ФосАгро», г. Кировск



Рисунок 2. Музей Кольского научного центра РАН «Хибинариум», г. Апатиты

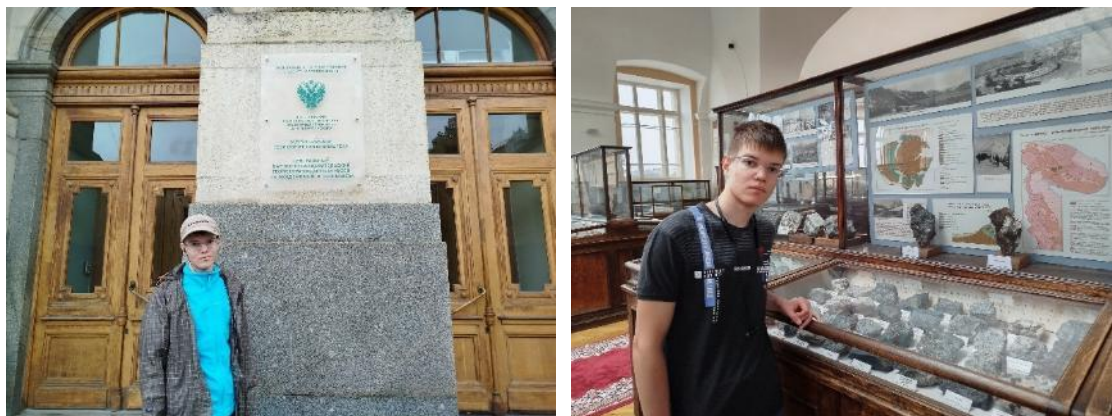


Рисунок 3. Посещение Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург



Рисунок 4. Посещение выставки, посвященной минералам «Геология Хибин», г. Кировск

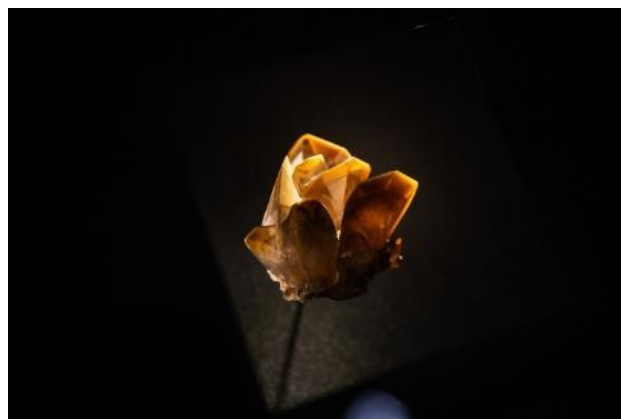


Рисунок 5. Посещение выставки, посвященной минералам «Минерал. Два взгляда», г. Кировск



Рисунок 6. Участие в «Геологической барахолке», г. Кировск



Рисунок 1. Зброшненны молибденитовы рудник в Хибинах, гора Тахтарвумчорр. Слева фото в обычном свете, справа при освещении ультрафиолетом с длиной волны 365 нм

Слева минералы в обычном свете, справа при облучении ультрафиолетом.



Рисунок 2. Апатит-нефелиновая руда. Светло-зеленый сахаровидный – фторапатит светится сиреневым в 254 нм. Образец 7x4 см



Рисунок 3. Тингуаит. Оранжевый в 365 нм – содалит. Образец 4x3 см

Слева минералы в обычном свете, в центре при облучении ультрафиолетом с длиной волны 365 нм, справа при облучении ультрафиолетом с длиной волны 254 нм



Рисунок 4. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, оранжевый в 365 нм – содалит, голубой в 365 нм – арктит, голубой в 254 нм – натисит, красный в 254 нм – полево шпат, сиреневый в 254 нм – фторапатит, светло-зеленый в 254 нм – гётценит. Образец 4,5х3,5 см

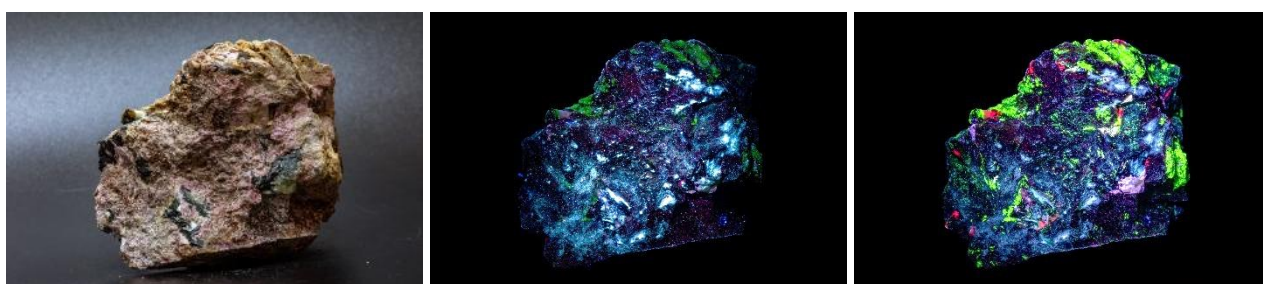


Рисунок 5. Эвдиалитовый пегматит: красный – эвдиалит, черный – эгирин, светло-зеленое зерно, сиреневое в 254 нм – фторапатит, зеленый в 254 – минерал группы цеолитов с примесью урана, красный в 254 нм – полево шпат. Образец 8х6 см

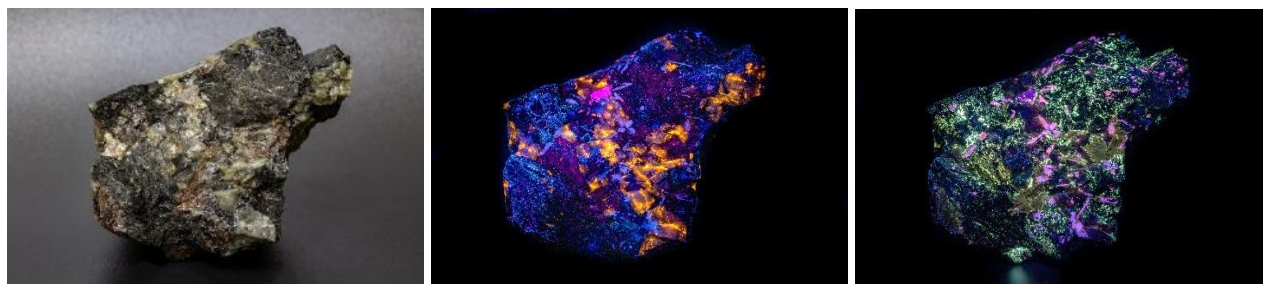


Рисунок 6. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, коричневый – титанит, оранжевый в 365 нм – содалит, красный в 254 нм – полево шпат, сиреневый в 254 – фторапатит, светло-зеленый в 254 нм – гётценит. Образец 7,5х4 см

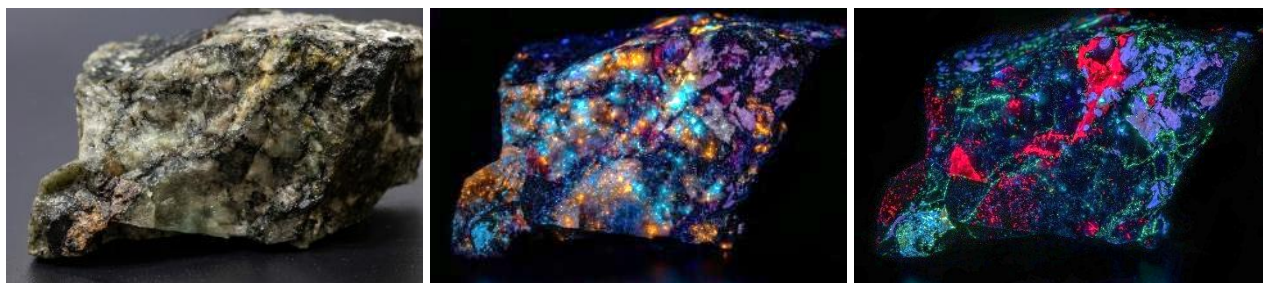


Рисунок 7. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, оранжевый в 365 нм – содалит, голубой в 365 нм – арктит, красный в 365 и 254 нм – полево шпат, голубой в 254 нм – натисит, сиреневый в 254 нм – фторапатит, светло-зеленый в 254 нм – гётценит. Образец 9х7 см

Слева минералы в обычном свете, в центре при облучении ультрафиолетом с длиной волны 365 нм, справа при облучении ультрафиолетом с длиной волны 254 нм.

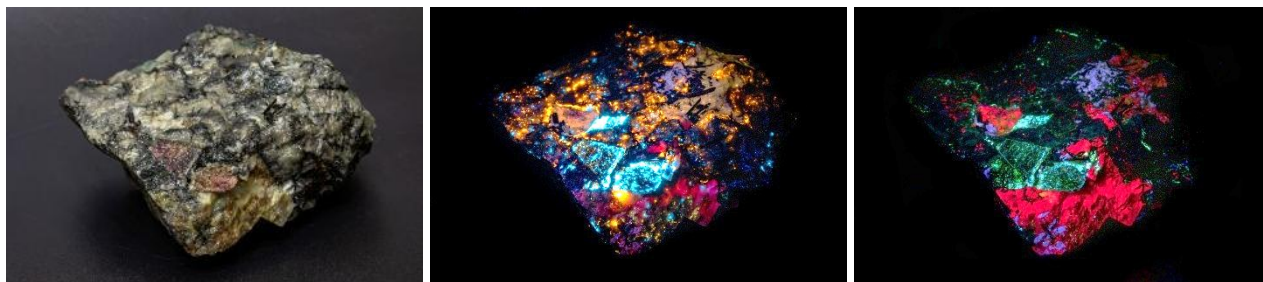


Рисунок 8. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, розовый эвдиалит, оранжевый в 365 нм – содалит, голубой в 365 нм – арктит, голубой в 254 нм – натисит, красный в 254 нм – полево шпат, сиреневый в 254 нм – фторапатит, зеленый в 254 – минерал группы цеолитов с примесью урана. Образец 5х4 см

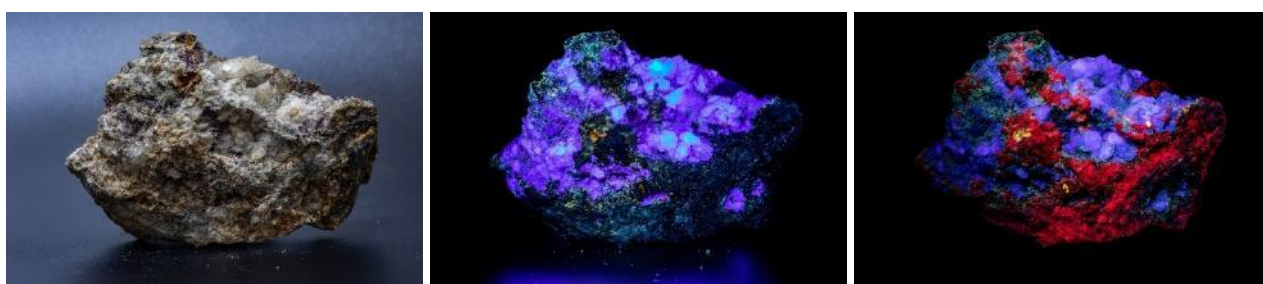


Рисунок 9. Пегматит с низким содержанием щелочей (миаскитовый тип): бесцветные зерна, синие в 365 нм – флюорит, красный в 254 нм – полево шпат, желтые в 365 и 254 нм – циркон. Образец 8х6 см

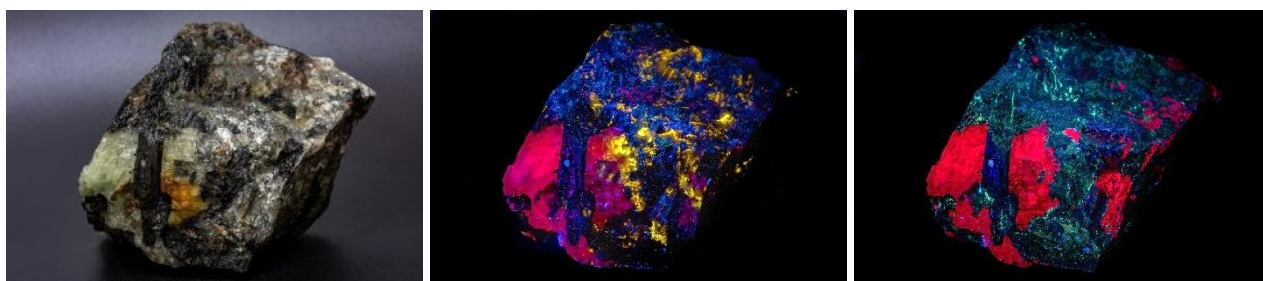


Рисунок 10. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, желтые зерна 5-8 мм – канасит, красный в 365 и 254 нм – полево шпат, оранжевый в 365 нм – содалит, пластинчатый светло-серый блестящий и оранжевый в 365 нм – дельхайелит. Образец 9х6 см

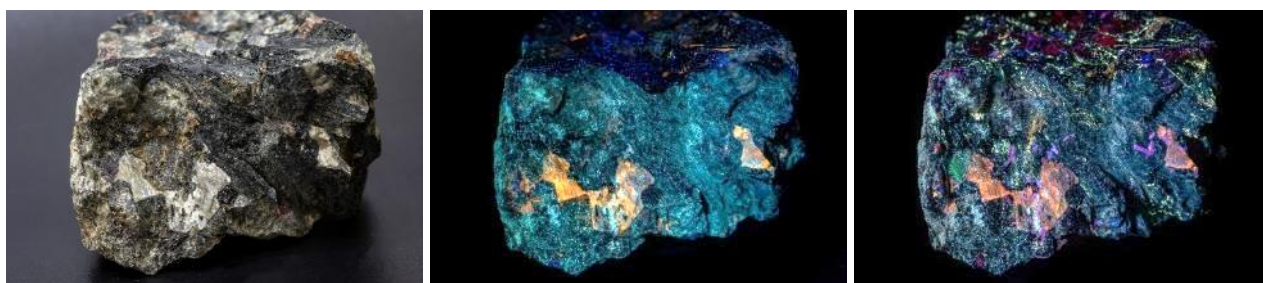


Рисунок 11. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, желтый в 365 нм – содалит по дельхайелиту, красный в 254 нм – полево шпат, светло-зеленый в 254 нм – гётценит. Образец 5х3,5 см

Слева минералы в обычном свете, в центре при облучении ультрафиолетом с длиной волны 365 нм, справа при облучении ультрафиолетом с длиной волны 254 нм

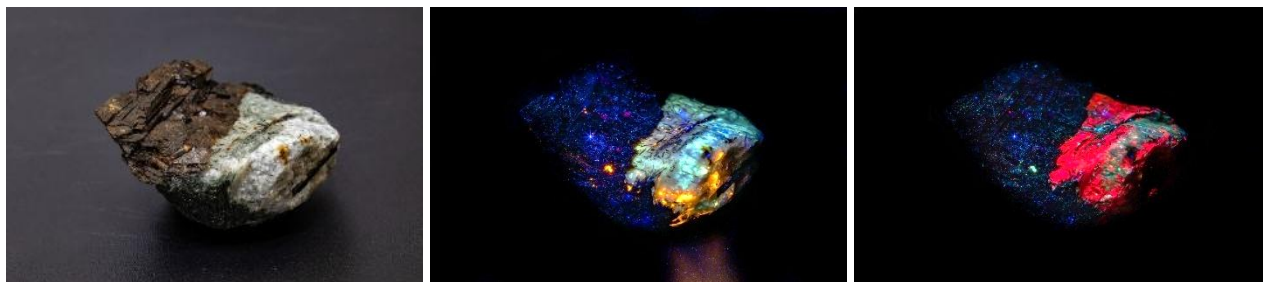


Рисунок 12. Щелочной пегматит: черный эгирин, блестящий коричневый лампрофиллит, сине-зеленый в 365 нм – пектолит по дельхайелиту, оранжевый в 365 нм – содалит, красный в 254 нм – полевои шпат. Образец 3,5x2 см



Рисунок 13. Щелочной пегматит: серый нефелин, черный эгирин, коричневый – титанит, оранжевый в 365 нм – содалит, голубой в 254 нм – натисит – каймы вокруг титанита, красный в 254 нм – полевои шпат, сиреневый в 254 нм – фторапатит, светло-зеленый в 254 нм – гётценит. Образец 5x4,5 см

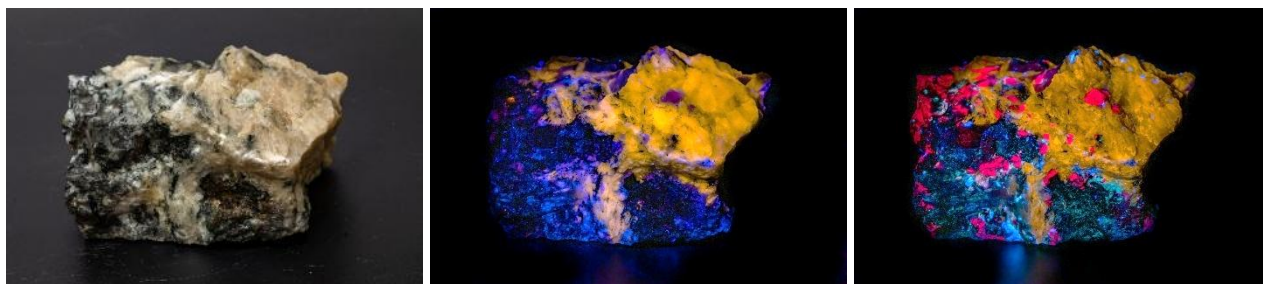


Рисунок 14. Щелочной пегматит: черный эгирин, светлый – желтый в 365 нм – пектолит, красный в 254 нм – полевои шпат. Образец 7x4 см

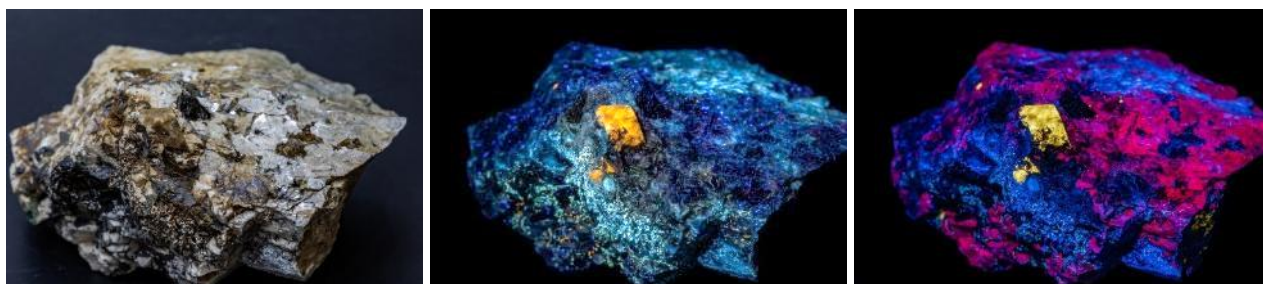


Рисунок 15. Пегматит с низким содержанием щелочей (миаскитовый тип): серые блестящие пластинки – ильменит, желтый в 365 и 254 нм – циркон, красный в 254 нм – полевои шпат, синим светятся лишайники. Образец 8x4,5 см

ПУТЕВОДИТЕЛЬ:

Маршруты по Хибинам для поиска люминесцентных минералов

Хибинский щелочной массив — одно из самых известных мест в мире по количеству уникальных минералов. Многие из них обладают люминесценцией — способностью светиться под ультрафиолетовым светом. Это делает их интересными как для коллекционеров, так и для исследователей.

Основные маршруты

Кировск

Старт маршрута. Здесь можно купить снаряжение, получить информацию у местных геологов.

Отсюда удобно добираться до основных локаций.

1. Зброшенный молибденитовый рудник в Хибинах, гора Тахтарвумчорр

Как добраться: на машине до озера Малый Вудъявр, далее через ручей по тропе. *Что искать:* содалит, арктит, кальцит. *Особенность:* в УФ свете видны как залегают жилы минералов. Можно наблюдать даже в яркий день, так как в штольнях темно и солнечный свет не мешает.

2. Долина ручья Поачвумйок, хребет Поачвумчорр

Как добраться: на машине до озера Малый Вудъявр, далее по тропе в сторону ущелья Рамзая.

Что искать: содалит, арктит, кальцит. *Особенность:* включения содалита и кальцита в уникальный минерал тингуаит

3. Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор

Как добраться: на машине или пешком, 5 км от Кировска. *Что искать:* фторапатит, содалит, арктит, апатит, натисит, калиевый полевой шпат, пектолит, кальцит. *Особенность:* легко добраться, не требуется подниматься в гору, большое разнообразие минералов.

4. Ущелье Голубых озер, гора Айкуайвенчорр

Как добраться: Кировск, ул. Солнечная, д.17, далее пешком в гору по тропе. *Что искать:* флюорит, циркон. *Особенность:* близкое расположение к городу.

Оборудование для наблюдения люминесценции

УФ-лампа (365 нм + 254 нм) — обязательно. Защитные очки — особенно при работе с коротковолновым УФ. Чёрный фон — для лучшего контраста свечения. Щётка и вода — для очистки образцов. Геологический молоток, перчатки, чтобы отбить нужный образец. Блокнот — для записи наблюдений. Светонепроницаемая ткань, чтобы солнце не мешало поиску. Для рудника дополнительно – обычный фонарик, защитную каску.

Как фотографировать люминесценцию?

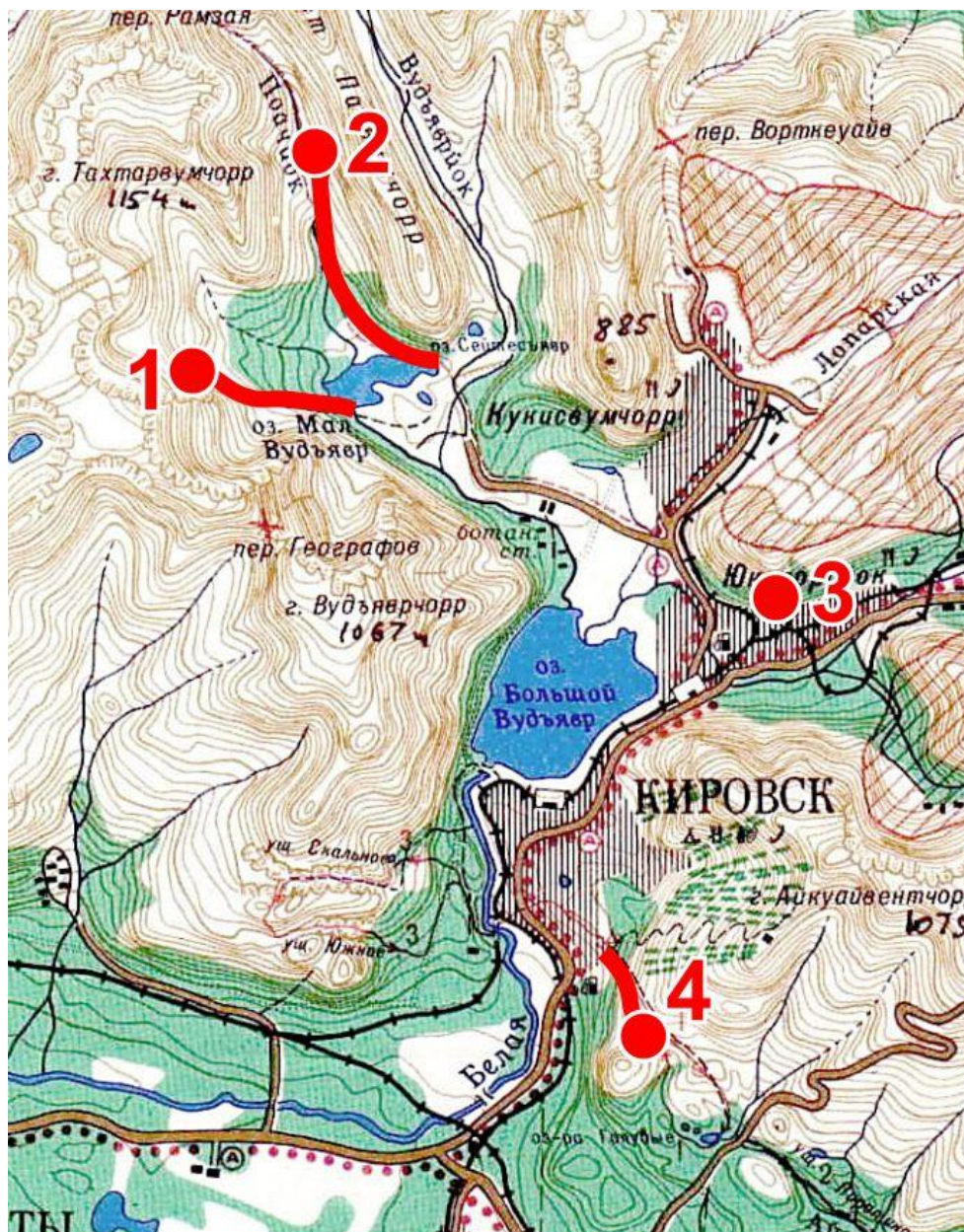
Камера: DSLR или смартфон с режимом длительной экспозиции.

Настройки примерно. Выдержка: 10–30 секунд. Диафрагма: f/2.8–f/4. ISO: 800–3200.

Используй УФ-лампу и темное помещение.

Советы по безопасности

Одевайся тепло — климат суровый даже летом. Бери термос, еду, воду. Используй GPS и бумажные карты. Лучше путешествовать группой и с опытным гидом.



1. Зброшенны молибденитовы рудник в Хибинах, гора Тахтарвумчорр
2. Долина ручья Поачвумйок, хребет Поачвумчорр
3. Отвалы штольни Материальная, гора Юкспор
4. Ущелье Голубых озер, гора Айкуайвенчорр

Рисунок 16. Карта с маршрутами

Реклама и распространение путеводителя



Рисунок 1. Подарочный экземпляр путеводителя для научного руководителя - Ильина Г.С.



Рисунок 2. Подарочный экземпляр путеводителя для Музейно-выставочного центра «Апатит» - корпоративного музея группы компаний «ФосАгро»



Рисунок 3. Подарочный экземпляр путеводителя для Дениса Волкова, студента третьего курса Апатитского филиала Мурманского арктического университета, будущего геолога



Рисунок 4. Подарочные экземпляры путеводителя и календари