

Министерство образования и науки Хабаровского края  
Краевое государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного образования «Центр развития творчества детей  
(Региональный модельный центр  
дополнительного образования детей Хабаровского края)»

# Рабочая тетрадь педагога к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Школа юного геолога»



**ЦЕНТР  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ**

г. Хабаровск, 2025 г.

Печатается по решению  
научно-методического совета  
КГАОУ ДО РМЦ  
протокол № 04 от 20.11.2024 г.

Рабочая тетрадь педагога к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Школа юного геолога» / сост. Н.Н. Жигалова. — Хабаровск: КГАОУ ДО РМЦ, 2025. — 48 стр.

Ответственный редактор: М.В. Гладунова  
Ответственный за выпуск: С.С. Патрина  
Дизайн обложки: Н.Н. Жигалова, В.А. Тирская

Рабочая тетрадь педагога входит в состав учебно-методического комплекса к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Школа юного геолога». Она включает методические материалы, подробно разъясняющие выполнение заданий, аналогичных тем, что предлагаются на Всероссийской полевой олимпиаде юных геологов.

Материалы рабочей тетради могут использовать в работе педагогические работники организаций дополнительного образования детей естественнонаучной направленности, а также учителя общеобразовательных организаций, ведущие внеурочную деятельность со школьниками в возрасте 14 – 17 лет.

## **Структура рабочей тетради**

### **«Организация полевой стоянки»**

*(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

### **«Минералогия и петрография»**

*(при подготовке к соревнованию «Минералогия и петрография» рекомендуется использовать список минералов и пород, приводимый ниже, а также учебную литературу: Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М., КДУ, 2008; Практическое руководство по общей геологии / под ред. Н.В. Короновского. М., Академия, 2004 или 2007)*

### **«Радиометрия»**

*(методическое руководство по геологическому соревнованию XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

### **«Гидрология»**

*(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов; измерение расхода воды в реке поплавками (Козьмина М.М. Пособие для юных геологов и их руководителей)*

### **«Шлиховое опробование»**

*(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

### **«Основы техники безопасности»**

*(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

### **«Геологический маршрут»**

*(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

### **«Геологический разрез»**

*(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность изучения геологии школьниками обусловлена необходимостью комплексного понимания устройства нашей планеты, процессов формирования её рельефа, богатства минеральных ресурсов и особенностей взаимодействия общества с природной средой. Освоение азов геологического дела формирует важные исследовательские навыки, развивает наблюдательность, критическое мышление и умение анализировать природные явления.

Методические материалы рабочей тетради охватывают теснейшим образом взаимосвязанные разделы естествознания, составляя единый комплекс наук о Земле. Они направлены на развитие способности учащихся самостоятельно анализировать геологические ситуации, применять теоретические знания на практике и знакомиться с разнообразием природных объектов и явлений.

В рабочей тетради представлены материалы, позволяющие педагогу провести оценку знаний и навыков по следующим темам дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Школа юного геолога»: организация полевой стоянки (установка палатки, разведение костра), минералогия и петрография (виды минералов и горных пород, их формулы), радиометрия (умение использовать радиометр, осуществлять пешеходную гамма-съёмку), гидрология (гидрологические наблюдения на реке, гидрометрические измерения и расчёты), шлиховое опробование (выявление теоретических знаний по шлиховому опробованию, промывка шлиховой пробы), основы техники безопасности (оказание первой медицинской помощи, выявление теоретических знаний по основам правил безопасности при геологоразведочных работах), геологический маршрут (вынос маршрута на топографическую карту, проведение геологических наблюдений по ходу маршрута, описание не менее 5-ти точек наблюдений, документация контрольного обнажения, замеры элементов залегания слоёв горных пород в контрольном обнажении, сбор коллекции образцов горных пород и ископаемых остатков), геологический разрез (построение геологического разреза в масштабе карты и его оформление в соответствии с требованиями).

Содержание методических материалов рабочей тетради соответствует правилам проведения геологических соревнований, геологических конкурсов, научно-практической конференции, проводимых в рамках Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов.

Участие во Всероссийской полевой олимпиаде юных геологов — один из важнейших этапов осознания учащимися ценности научного подхода к исследованию природы. Участвуя в олимпиаде, учащиеся расширяют кругозор, приобретают уверенность в собственных силах и укрепляют мотивацию к дальнейшему профессиональному росту в сферах, связанных с природопользованием и горнодобывающей промышленностью

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛЕВОЙ СТОЯНКИ



## «Организация полевой стоянки»

(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)

<b>Цель соревнования</b>	Проверка практических навыков у юных геологов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• установка палатки;</li> <li>• разведение костра (до закипания воды (0,5 л) в котелке)</li> </ul>		
<b>Задачи соревнования</b>	Оценка навыков организации полевой стоянки		
<b>Количество участников от команды</b>	4	<b>Контрольное время</b>	Этап 1: 90 секунд Этап 2: контрольное время*
<b>Максимальная оценка за соревнование</b>	40 баллов		
<b>Оборудование, представляемое организаторами слёта</b>	<b>Оборудование, которое должны иметь участники слета</b>		
- двухместная палатка, колышки, растяжки; - оборудованное кострище; - спички (10 шт. на команду); - вязанки дров (одинаковые по размеру и объёму) и растопочный материал (кора, щепки и т.п.).	Головной убор, закрытая обувь, солнцезащитная форма одежды.		
<b>Критерии оценки</b>			
<i>Действие</i>		<i>Количество баллов</i>	
<b>Этап 1. Установка палатки</b>		<b>маx 20</b>	
Правильная установка палатки в контрольное время		20	
		Оценка снижается на 1 балл за каждые 10 секунд сверх контрольного времени и за каждый недостаток качества установки: -перекос палатки -морщины на скатах -морщины на стенках	
<b>Этап 2. Разведение костра (до закипания воды)</b>		<b>маx 20</b>	

Разведение костра и закипание в котелке воды (объём 0,5 литра) в контрольное время (включение секундомера — с начала подготовки кострища)

20

Оценка снижается на 1 балл за каждые 10 секунд сверх контрольного времени

\*Контрольное время устанавливается опытным путём за 1 час до начала соревнования (в зависимости от местных условий проведения соревнования)

\*\*При равенстве баллов место участника определяется по наименьшему затраченному суммарному времени двух этапов

# МИНЕРАЛОГИЯ. РАДИОМЕТРИЯ





## «Минералогия и петрография»

(при подготовке к соревнованию «Минералогия и петрография», рекомендуется использовать список минералов и пород, приводимый ниже, а также учебную литературу: Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: КДУ, 2008; Практическое руководство по общей геологии / под ред. Н.В. Короновского. М., Академия, 2004 или 2007)

### Список минералов

Золото	Au
Медь	Cu
Графит	C
Сера	S
Галенит	PbS
Сфалерит	ZnS
Пирротин	Fe <sub>1-x</sub> S
Киноварь	HgS
Стибнит (антимонит)	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Реальгар	As <sub>4</sub> S <sub>4</sub>
Аурипигмент	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Молибденит	MoS <sub>2</sub>
Пентландит	(Fe,Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub>
Халькопирит	CuFeS <sub>2</sub>
Борнит	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>
Пирит	FeS <sub>2</sub>
Марказит	FeS <sub>2</sub>
Арсенопирит	FeAsS
Корунд	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Гематит	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Кварц	SiO <sub>2</sub>
Опал	SiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O
Касситерит	SnO <sub>2</sub>
Рутил	TiO <sub>2</sub>
Пирролюзит	MnO <sub>2</sub>
Ильменит	FeTiO <sub>3</sub>
Шпинель	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
Магнетит	FeFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
Хромит	FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
Вольфрамит	(Fe,Mn)WO <sub>4</sub>
Гетит	FeO(OH)

Манганит	MnOOH
Родохрозит	MnCO <sub>3</sub>
Сидерит	FeCO <sub>3</sub>
Магнезит	MgCO <sub>3</sub>
Кальцит	CaCO <sub>3</sub>
Арагонит	CaCO <sub>3</sub>
Доломит	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Малахит	Cu <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub>
Азурит	Cu <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Барит	BaSO <sub>4</sub>
Целестин	SrSO <sub>4</sub>
Ангидрит	CaSO <sub>4</sub>
Гипс	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O
Апатит	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (F, Cl, OH)
Вивианит	Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O
Бирюза	Cu (Al, Fe) <sub>6</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>8</sub> ·4H <sub>2</sub> O
Шеелит	CaWO <sub>4</sub>
Галит	NaCl
Сильвин	KCl
Флюорит	CaF <sub>2</sub>
Форстерит-фаялит (оливин)	(Mg, Fe) <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]
Циркон	Zr [SiO <sub>4</sub> ]
Кианит (=дистен)	Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] O
Ставролит	FeAl <sub>4</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Топаз	Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] (OH, F) <sub>2</sub>
Титанит (=сфен)	CaTi [SiO <sub>4</sub> ] O
Альмандин	Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>
Гроссуляр	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>
Андрадит	Ca <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>
Уваровит	Ca <sub>3</sub> Cr <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>
Везувиан	Ca <sub>10</sub> (Mg, Fe) <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>5</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ] <sub>2</sub> (OH, F) <sub>4</sub>
Эпидот	Ca <sub>2</sub> (Fe, Al)Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ][Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ]O(OH)
Берилл	Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]
Шерл	NaFe <sup>2+</sup> <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ] [BO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub> (OH, F) <sub>4</sub>
Дравит	NaMg <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ] [BO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub> (OH, F) <sub>4</sub>
Эльбаит (рубеллит)	Na (Li, Al) <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ][BO <sub>3</sub> ] <sub>3</sub> (OH, F) <sub>4</sub>
Эвдиалит	(Na, Ca) <sub>9</sub> Zr <sub>3</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ][Si <sub>9</sub> O <sub>24</sub> (OH) <sub>3</sub> ]
Энстатит-гиперстен	(Mg, Fe) <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]
Диопсид	CaMg[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]

Авгит	$(Ca,Na)(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)_2O_6]$
Эгирин	$NaFe[Si_2O_6]$
Сподумен	$LiAl[Si_2O_6]$
Волластонит	$Ca_3[Si_3O_9]$
Родонит	$Mn_4Ca [Si_5O_{15}]$
Тремолит-актинолит	$Ca_2(Mg,Fe)_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Роговая обманка	$(Na,K)_{0-1}(Ca,Na)_2(Mg,Fe,Al)_5[(Si,Al)_4O_{11}]_2(OH,F,Cl,O)$
Каолинит	$Al_4[Si_4O_{10}] (OH)_8$
Серпентин	$Mg_6[Si_4O_{10}] (OH)_8$
Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}] (OH)_2$
Мусковит	$KAl_2[AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
Флогопит	$K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$
Биотит	$K(Fe,Mg)_3[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$
Лепидолит	$K(Li,Al)_3[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$
Хлорит	$(Mg,Fe,Al)_{4-6}[(Al,Si)_4O_{10}](OH)_8$

Калиевый полевой шпат  $K[AlSi_3O_8]$  (не уточняя название, кроме микроклина: точно определяется зеленая разновидность — амазонит).

Плагиоклаз  $Na [AlSi_3O_8]$ - $Ca [Al_2Si_2O_8]$  (не уточняя название, кроме альбита: точно определяется сахаровидная или пластинчатая разновидности; а также олигоклаза и лабрадора — точно определяются разновидности с иризацией).

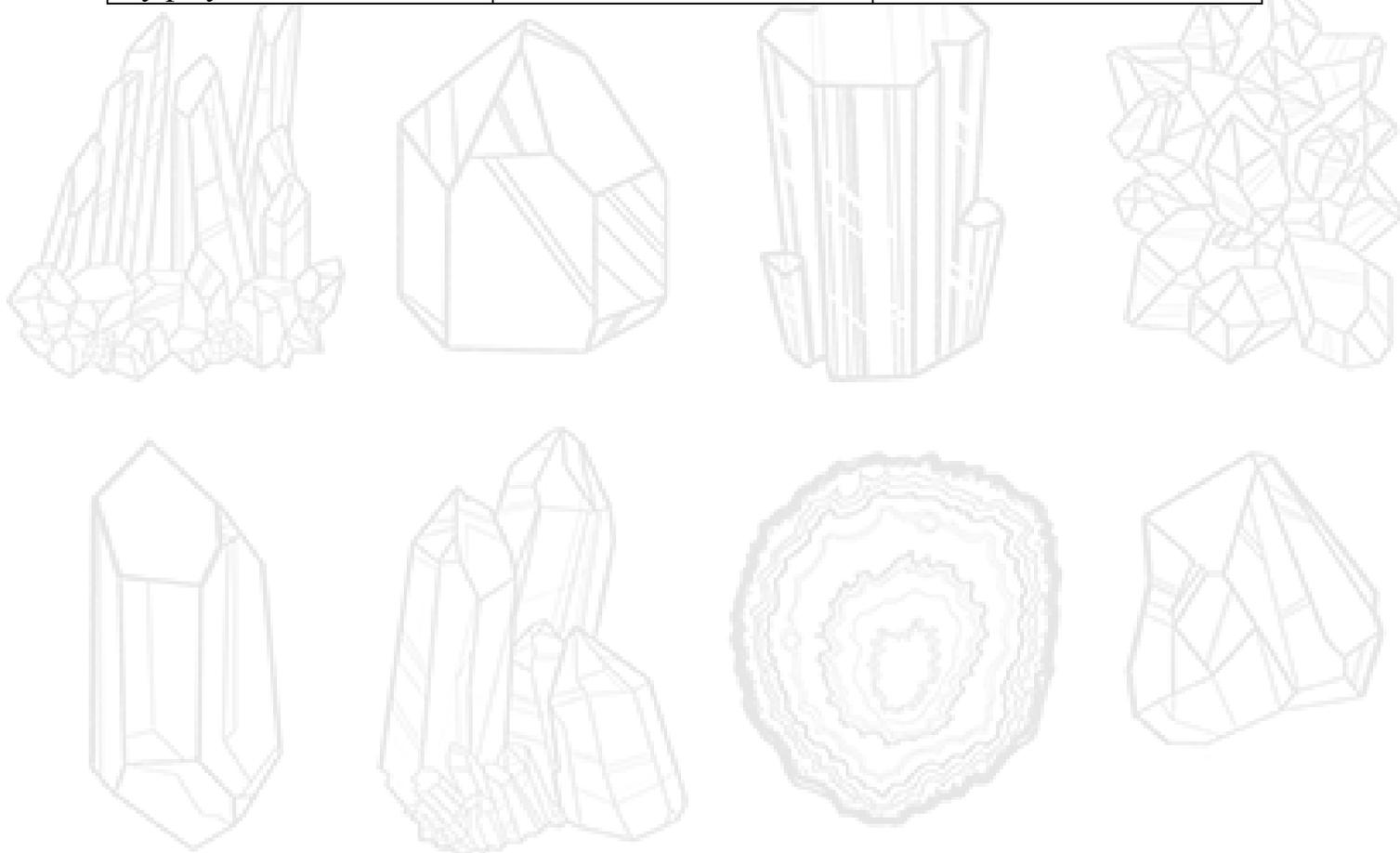
Нефелин	$KNa_3[AlSiO_4]_3$
Содалит	$Na_8[AlSiO_4]_6[Cl_2]$
Лазурит	$Na_8[AlSiO_4]_6[SO_4]$

Цеолит (без уточнения) — водные каркасные алюмосиликаты Na и Ca.

**Примечание.** Формулы сложных минералов достаточно указывать в виде словесного описания, например, нефелин  $KNa_3[AlSiO_4]_3$  — каркасный алюмосиликат натрия и калия; мусковит  $KAl_2[AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$  — слоистый алюмосиликат калия и алюминия с дополнительными анионами.

## Список горных пород

Магматические	Осадочные	Метаморфические и метасоматические
Дунит	Известняк	Серпентинит
Перидотит	Мел	Сланец
Пироксенит	Доломит	Гнейс
Габбро	Мергель	Мрамор
Базальт	Глина	Кварцит
Лабрадорит	Аргиллит	Эклогит
Диорит	Алевролит	Амфиболит
Сиенит	Песчаник	Скарн
Андезит	Конгломерат	Лиственит
Гранит	Гравелит	
Риолит	Брекчия	
Сиенит нефелиновый	Уголь	
Обсидиан	Боксит	
Пемза	Фосфорит	
Пегматит гранитный	Яшма	
Долерит	Опока	
Туф вулканический		



## «Радиометрия»

*(методическое руководство по геологическому соревнованию  
XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)*

### Введение

Одним из важнейших геофизических методов является радиометрия. Все горные породы и минералы обладают естественной радиоактивностью, это было установлено ещё В.И. Вернадским. Он дал первое научное определение целей и задач этой науки: «Радиогеология изучает ход радиоактивных процессов в нашей планете, их отражение и их проявление в геологических явлениях». В настоящее время эта область необыкновенно важна, так как в связи с научно-техническим прогрессом главенствующую роль приобретает радиоактивное сырьё, поиском и разведкой которого и занимается радиометрия.

Из всех известных радиоактивных элементов в земной коре наиболее распространены уран, торий и калий, поэтому в радиометрии изучают именно их. Они встречаются в горных породах в рассеянном состоянии, в виде примесей, а также входят в состав различных минералов. Радиоактивность горных пород и руд тем выше, чем больше в них концентрация U, Th, K и определяется она, прежде всего, радиоактивностью породообразующих минералов.

Наибольшей радиоактивностью обладают магматические горные породы, в которых содержится до 95% всех радиоактивных элементов (табл. 1). Максимальную радиоактивность можно наблюдать над гранитными интрузиями, гидротермальными жилами, содержащими радиоактивные минералы.

Среди магматических пород наибольшей радиоактивностью обладают кислые (гранит, диорит), а наименьшей — ультраосновные породы (дунит, перидотит, см. табл. 1). Так же наблюдается зависимость между радиоактивностью и возрастом этих пород. Максимальные значения радиоактивности будут характерны для молодых кислых разностей.

Для осадочных пород наибольшая концентрация U, Th, K характерна для глин благодаря их абсорбционным («впитывающим») свойствам. Высокое содержание радиоактивных элементов также наблюдается в породах с конкрециями фосфоритов. Наименьшие содержания радиоактивных элементов характерны для известняков и осадков выпаривания (галит, ангидрит, гипс).

Содержание радиоактивных элементов в почвах определяется радиоактивностью коренных пород и совокупностью последующих процессов почвообразования. Наибольшие концентрации U, Th, K соответствуют почвам, развитым на кислых магматических породах, глинах. Радиоактивность черноземных почв выше, чем лесных и подзолистых. По мере увеличения глинистой фракции в почвах возрастает и их радиоактивность.

Из минералов наибольшей радиоактивностью отличаются минералы урана (уранинит, настуран) и тория (торит, ураноторит). Основным источником природного урана является минерал уранинит ( $UO_2$ ). Скрытокристаллические плотные разновидности называются настураном, а рыхлые и аморфные — урановой чернью.

Таблица

1. Среднее содержание урана (U), тория (Th) и калия (K) в природе (выделены наиболее радиоактивные горные породы и элементы земной коры)

<b>I. Горные породы</b>	<b>U,10<sup>-4</sup>%</b>	<b>Th,10<sup>-4</sup>%</b>	<b>K-40, %</b>
1. Магматические:			
<b>1.1 Граниты (Риолиты)</b>	<b>4–6</b>	<b>18–25</b>	<b>3,34</b>
1.2 Диориты (Андезиты)	1,8	7	2,3
1.3 Габбро (Базальты)	0,6–0,7	1,8–4,3	0,83
1.4 Перидотиты (Пироксениты)	0,03	0,08	0,03
2. Осадочные:			
2.1 Известняки	1,2	2,5	0,4
<b>2.2 Глины</b>	<b>3,5</b>	<b>7,0</b>	<b>2,3</b>
2.3 Песчаники	2,1	9,0	2,1
2.4 Соли	0,1	0,4	0,1
II. Земная кора	2,3	8,0	2,4
<b>1. Земная кора (Гранитный слой)</b>	<b>3,6</b>	<b>15,5</b>	<b>3,6</b>
2. Земная кора (Базальтовый слой)	1,0	3,3	1,0
III. Почвы	2,1	6,0	1,4

Низкая радиоактивность характерна для кварца, кальцита, гипса, ангидрита, угля, а также для каменных солей, что является важным поисковым признаком для данного вида сырья. Средними значениями радиоактивности отличаются магнетит, лимонит, сульфиды и многие другие минералы.

Следует отметить, что радиоактивные элементы встречаются не только в горных породах и минералах, но также в воздухе, воде и растениях. В человеке весом 70 килограмм содержится 0,002 грамм урана.

### Радиометрия

Радиометрия — это комплекс методов ядерной геофизики, основанный на измерении естественной радиоактивности горных пород и минералов. В основе радиометрии лежит явление радиоактивности — способности ядер некоторых атомных элементов самопроизвольно переходить в более устойчивое энергетическое состояние и превращаться в ядра других химических элементов с испусканием альфа ( $\alpha$ ), бета ( $\beta$ ) и гамма ( $\gamma$ ) частиц.

Явление радиоактивности было открыто в 1896 году Анри Беккерелем, обнаружившим испускание солями урана (U) каких-то неизвестных лучей. Он установил это случайно, оставив фотопластинку в ящике стола с урановой солью. Когда же пластинка была проявлена, оказалось, что на ней остались темные пятна. Вскоре Беккерель установил, что и минералы, содержащие уран, дают тот же эффект. Несколько позже английский физик Эрнест Резерфорд пришёл к выводу, что эти лучи имеют сложный состав и содержат, по крайней мере, два компонента, отличающихся проникающей способностью. Излучение с меньшей проникающей способностью он назвал  $\alpha$ -лучами, а с большей —  $\beta$ -лучами. А в 1900 году французский физик П. Виллар открыл третий компонент радиоактивного излучения, имеющий наибольшую проникающую способность, —  $\gamma$ -лучи. Все эти виды лучей составляют радиоактивное излучение, которое является следствием радиоактивности.

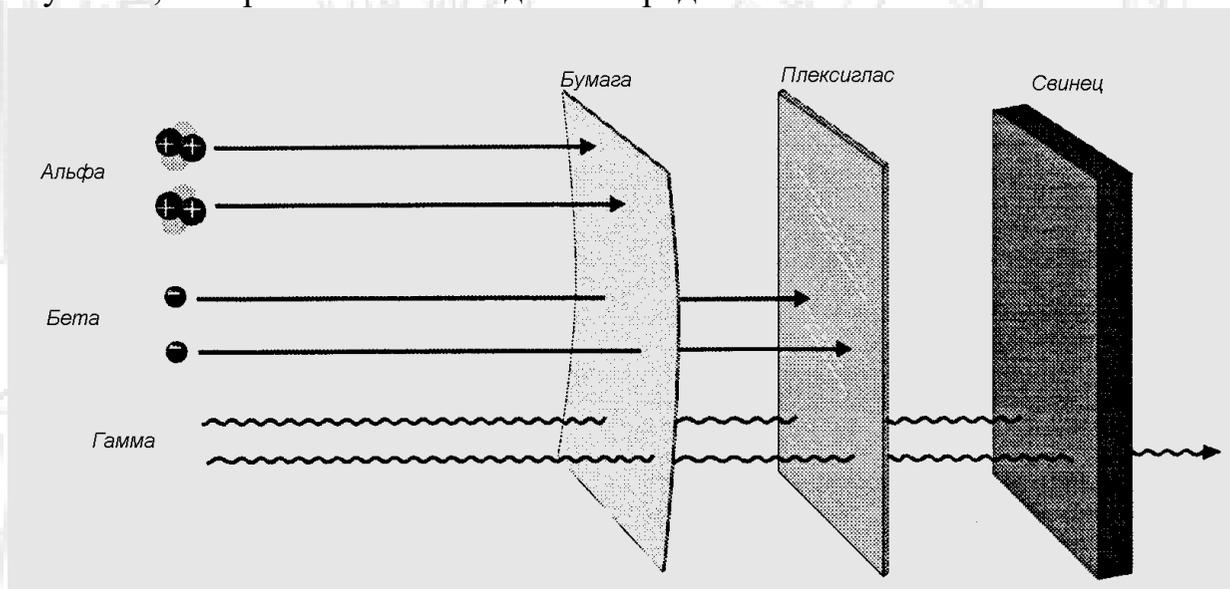


Рис.1. Три вида излучений и их проникающая способность

$\alpha$ -излучение представляет собой поток ядер атомов гелия (He), проникающая способность которых очень мала. Пробег  $\alpha$ -частицы в воздухе более 11,5 см, прямолинейная траектория. Они не могут «пробить» даже обычный листок бумаги.

$\beta$ -излучение обладает большей проникающей способностью и представляет собой поток электронов.

$\gamma$ -излучение ( $\gamma$ -кванты) — это высокоэнергетическое электромагнитное излучение. Для них характерна наибольшая проникающая способность (до метра в горных породах). Именно поэтому на практике чаще всего регистрируют именно их.

Естественной радиоактивностью обладают элементы с порядковым номером в таблице Менделеева равным или превышающим 92, то есть, начиная с урана (U), а также различные радиоактивные изотопы (разновидности атомов одного химического элемента с разным количеством нейтронов в ядре). При

переходе в другие элементы наблюдается  $\alpha$ -излучение,  $\beta$ -излучение,  $\gamma$ -излучение, то есть явление радиоактивного распада.

Самыми долгоживущими радиоактивными элементами являются уран-238 (U-238), торий-232 (Th-232) и изотоп калия (K-40). Их период полураспада  $T_{1/2}$ , то есть время, за которое распадется половина первоначального количества атомов, составляет  $4.5 \cdot 10^9$ ,  $1.39 \cdot 10^{10}$  и  $1.4 \cdot 10^{10}$  лет соответственно. В итоге, они превращаются в нерадиоактивные элементы – свинец, гелий, стронций, аргон. Например, уран-238 (U-238) переходит в свинец-206 (Pb-206).

Э. Резерфорд и П. Кюри высказывали предположение, что радиоактивный распад можно использовать как эталон времени, так как он характеризуется постоянной скоростью. Это свойство В. И. Вернадский и А. Холмс использовали при определении возраста пород и минералов. Оно же легло в основу абсолютной геохронологии — изучения возраста горных пород. Для определения возраста породы проводят химический анализ, устанавливая количество элемента, образовавшегося в результате распада, а также оставшееся количество радиоактивного элемента. В зависимости от продуктов распада выделяют свинцовый, гелиевый, аргоновый, кальциевый, углеродный и прочие методы абсолютной геохронологии. Данные радиоактивного анализа позволяют определить возраст самых разнообразных горных пород.

### **Пешеходная гамма-съёмка**

Пешеходная гамма-съёмка — один из основных поисковых и разведочных методов радиометрических исследований. Она широко применяется на всех стадиях и подстадиях геологоразведочного процесса для поиска и разведки радиоактивных руд и парагенитически или пространственно связанных с ними нерадиоактивных полезных ископаемых (Nb, Ta, TR, V, Mo, Au, Sn, W, Hg, бокситы, фосфориты) в условиях развития открытых и в том числе слабо проявленных ореолов.

Теоретической основой гамма-съёмки являются расчёты  $\gamma$ -полей для оценки амплитуды и площадных размеров  $\gamma$ -аномалий над излучающими геологическими объектами различной формы.

При проведении работ измеряется интенсивность  $\gamma$ -излучения пород и руд переносными радиометрами на поверхности земли, в закопушках и шпурах и выделяются аномальные по интенсивности излучения участки. Измерения производятся по маршрутам, прокладываемым вкост простирания пород и структур по предварительно разбитым на местности профилям. Глубинность пешеходной гамма-съёмки составляет 0,5–0,7 м.

## Внешний вид радиометра и принцип работы

При поисках полезных ископаемых, картировании, геоэкологических работах для регистрации гамма-излучения используют специальные приборы – радиометры (рис. 2).



Рис.2 Общий вид радиометра СРП-68-01

1 — измерительный пульт, 2 — блок детектирования

Для регистрации  $\gamma$ -квантов при пешеходной гамма-съёмке применяются наиболее чувствительные радиометры со сцинтилляционными счётчиками (рис.2). Прибор сцинтилляционный радиометр полевой СРП-68-01 предназначен для поиска радиоактивных руд, по их гамма-излучению и для радиометрической съёмки местности, а также для радиометрического опробования карьеров и горных выработок. Информация выдаётся в виде показаний стрелочного индикатора и цифрового индикатора. Приборы СРП-68-01 позволяют проводить измерение потока гамма-излучения в пределах от 0 до  $10000 \text{ с}^{-1}$  и мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в пределах от 0 до  $3000 \text{ мкР/ч}$

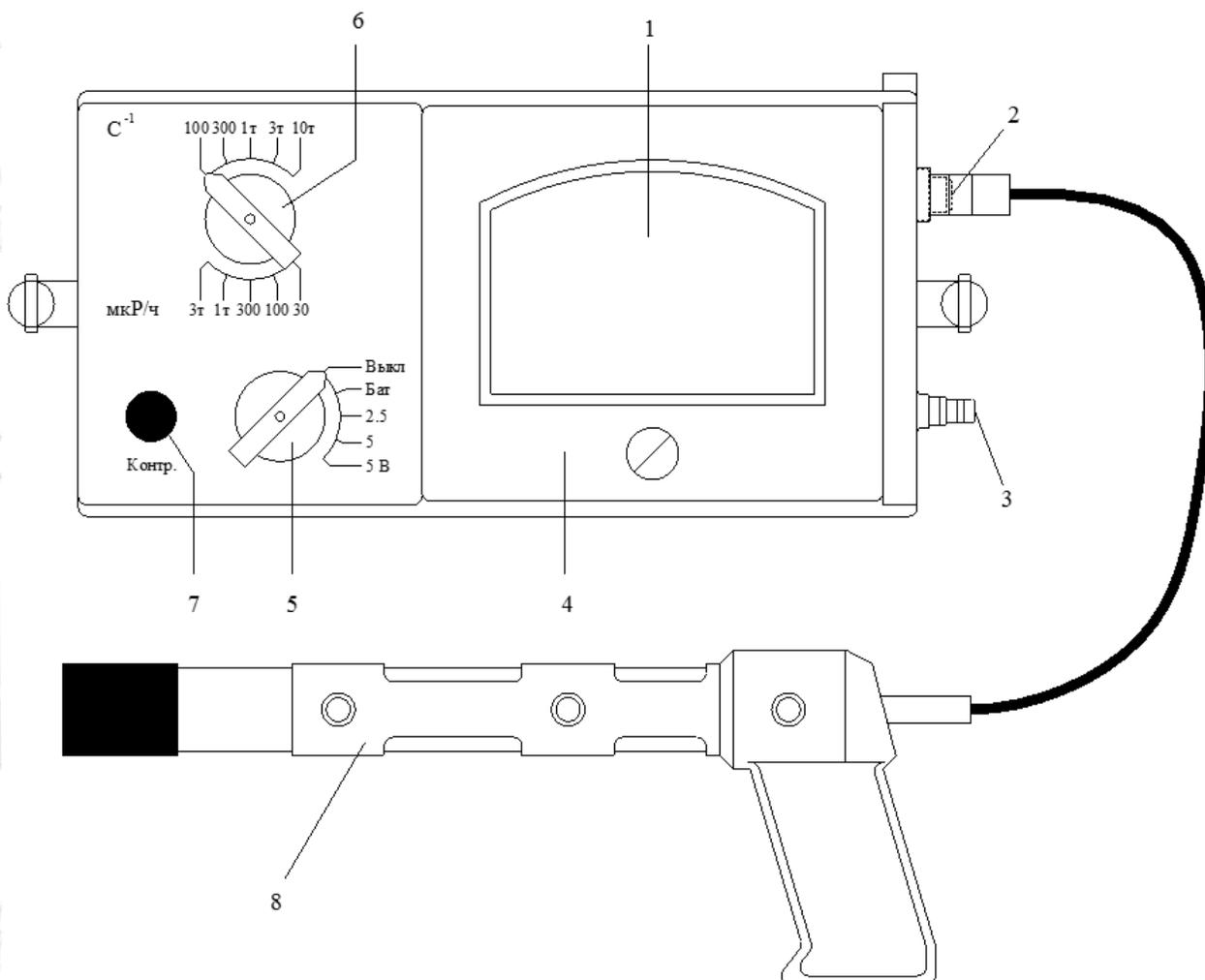


Рис. 3. Внешний вид радиометра СРП–68–01: 1 — стрелочный индикатор; 2 — разъем для подключения гильзы; 3 — разъем для подключения наушников; 4 — лицевая панель радиометра; 5 — режимный переключатель; 6 — переключатель пределов измерения; 7 — кнопка «Контр»; 8 — блок детектирования (гильза)

Схемы радиометра СРП-68-01 выполнены на микромодулях. В качестве сцинтилляционного счётчика (рис. 4) использован кристалл NaI в сочетании с фотоэлектронным умножителем (ФЭУ). Принцип работы сцинтилляционного счётчика следующий. При попадании  $\gamma$ -кванта в кристалл сцинтиллятор происходит возбуждение атомов и молекул вдоль траектории движения  $\gamma$ -кванта. Возбужденные атомы, живущие короткое время, переходят в основное состояние, испуская электромагнитное излучение. У ряда прозрачных веществ (люминофоров)<sup>1</sup> часть спектра этого излучения приходится на световую область. Прохождение  $\gamma$ -кванта через такое вещество вызывает вспышку света. Для увеличения выхода света и уменьшения его поглощения в люминофоре в последний добавляют активаторы. Вид активатора указан в скобках после

<sup>1</sup> Люминофоры — неорганические или органические кристаллы, жидкие или газообразные сцинтилляторы.

обозначения люминофора. Так кристалл NaI, активированный таллием, обозначают NaI(Tl).

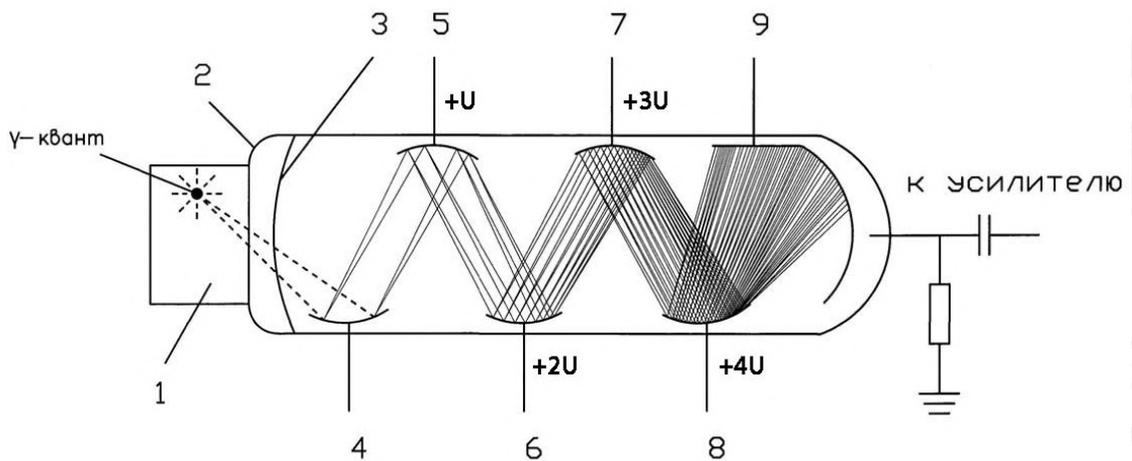


Рис. 4. Схема сцинтилляционного детектора: 1 — люминофор (сцинтиллятор); 2 — корпус ФЭУ; 3 — катод; 4 -8 — диноды; 9 — анод

Итак, попадание  $\gamma$ -кванта в люминофор вызывает световую вспышку — сцинтилляцию, в результате которой образуются фотоны. Фотоны, поступающие из люминофора на фотокатод<sup>2</sup>, выбивают из последнего несколько десятков или сотен электронов. Электроны, фокусируясь и ускоряясь электрическим полем, бомбардируют первый динод<sup>3</sup>. Потенциал каждого последующего динода на некоторую величину (10 В) превышает потенциал предыдущего, что обеспечивает ускорение электронов между ними. За счёт вторичной эмиссии и наличия ряда динодов в фотоэлектронном умножителе возникает лавинообразно увеличивающийся поток электронов. В результате на аноде собирается в  $10^5$ - $10^{10}$  раз больше электронов, чем было выбито из фотокатода, а в цепи возникает электрический ток.

### Порядок выполнения задания по геологическому соревнованию «Радиометрия»:

Перед началом работ проверить исправность прибора и заряд батареи, подогнать ремень в удобное для вас положение, замерить фон.

---

**Для этого необходимо переключатель (5) перевести из положения «ВЫКЛ» в положение «БАТ» — показывает заряд батарей.**

---

**При полном заряде стрелка индикатора находится в крайнем правом положении. (Питание радиометра осуществляется от девяти элементов типа 343, или LR14). Комплект питания обеспечивает непрерывную**

<sup>2</sup> Фотокатод — устройство, из которого под действием света вылетает электрон

<sup>3</sup> Динод — специальная пластина, у которой коэффициент вторичной эмиссии больше единицы

***работу прибора без недопустимых отклонений показателей на протяжении 120 ч.***

---

Произвести измерения интенсивности гамма-излучения при помощи контрольного эталона.

***Перед началом маршрутных наблюдений и в процессе маршрута производятся измерения интенсивности гамма-излучения при помощи контрольного эталона, прикреплённого сбоку к корпусу радиометра. Эталон радиометра состоит из изотопа  $Co_{60}$  и имеет мощность экспозиционной дозы 60 мкР/ч.***

---

Осуществить замер интенсивности  $\gamma$ -излучения на контрольном пункте (КП  $I_{нф}$ , мкР/ч). Результаты заносятся в учётную карточку.

***Близ начала полигона на участке распространения однотипных пород с относительно постоянным значением радиоактивности, устраивается контрольный пункт, где перед началом и после окончания работ, проводятся контрольные измерения интенсивности гамма-излучения. Измерения на КП осуществляются исключительно для контроля корректности работы прибора и выявления изменений интенсивности гамма-излучения на площади работ.***

---

Далее следует приступить к работе непосредственно на территории полигона, профиля. Задача съёмки — выявить аномалии, построить карту изолиний интенсивности  $\gamma$ -излучения в выбранном масштабе. Для этого необходимо произвести измерение на каждом из пикетов, а именно:

- Снимаются 16 рядовых замеров гамма-активности в узлах площадки;
- Каждое измерение записывается в журнал и наносится на план съёмки на планшете за вычетом фона (расчётное значение);
- Определяются аномальные квадраты;
- Находится эпицентр аномалии в квадрате путём свободного поиска;
- Через эпицентры параллельно осям основного квадрата полигона проводится детализация с шагом 10 см. Замеры ведутся до выхода интенсивности гамма-излучения в фоновые значения.
- Детальные точки наносятся на план, напротив точки пишется расчётное значение гама-поля в мкР/час.

## Проведение измерений на рядовых пикетах.

*СРП-68-01 достаточно прост в обращении. Со стрелочного индикатора (1) снимаются значения, полученные в процессе работы. На нём имеются 2 шкалы — кратная трём (нижняя) и десяти (верхняя). В зависимости от интенсивности гамма-излучения используются различные диапазоны измерения, изменяемые переключателем (6), а соответственно и шкалы: («30») от 1 до 30 мкР/ч (значения снимаются с нижней шкалы), («100») 1-100 мкР/ч (верхняя шкала), («300») 1-300 мкР/ч, («1000») 1-1000 мкР/ч, («3000») 1-3000 мкР/ч (максимальное значение, которое способен зафиксировать СРП-68). Для каждого диапазона измерения цена деления шкалы своя.*

*Основной рабочий режим радиометра находится в положении переключателя «2,5». Значение «2,5» — это время необходимое для снятия измерения, оно достаточно мало, поэтому точность отсчёта, из-за постоянного колебания стрелки, невелика и составляет 1 мкР/ч. Наиболее точный результат можно получить, переведя переключатель в положение «5». Это связано с увеличением времени регистрации гамма-квантов. Режим работы «5», как правило, используется для более точного определения значений аномалий гамма-активности и их детализации. Цифры «2,5» и «5» означают время, в течение которого прибор суммирует регистрируемые импульсы.*

Измерения по профилям проводят змейкой. Измерения следует начинать при положении переключателя диапазонов «30». На каждом пикете и снятии

11	12	11	11
13	95	15	12
11	13	11	12
12	10	11	13

Рис.5. Сетка рядовых профилей.

отсчёта необходимо установить радиометр в положение «2,5», не прикладывая дополнительных усилий, на трубку прибора, чтобы её не повредить, прижать к поверхности земли. Примерно через 3–5 секунд, когда стрелка радиометра успокоится, можно записывать результат измерения.

---

***Чем больше измерений проводится для определения радиоактивности горных пород, тем точнее определяется его значение. Стоит отметить, что на каждом пикете можно проводить более чем одно измерение (как правило, три). При этом значение интенсивности гамма-излучения на каждом пикете (ПК) рассчитывается как среднее арифметическое всех трёх измерений. Делается это для увеличения точности результатов съёмки.***

---

Если стрелка зашкалит в крайнем правом положении, необходимо переключить диапазон измерений. Большинство радиометров позволяют более или менее точно измерять интенсивность гамма-излучения непосредственно в одной конкретной точке (к которой прижата трубка радиометра). Чем выше трубка прибора находится над пикетом, тем меньшее значение будет зафиксировано. Однако площадь эффективного действия радиометра, то есть поверхность, с которой происходит сбор сигнала, увеличится.

Данную процедуру повторить на каждом пикете. Полученные значения занести в полевой журнал.

Поиск центров (максимумов) аномалий и детализация «крестом».

Методом свободного поиска на полигоне ищем максимумы аномалий. При детализации «Крестом» через эпицентр аномалии проводится 2 перпендикулярных профиля, на линиях которого через равный шаг измеряются значения интенсивности гамма-излучения (рис.6).

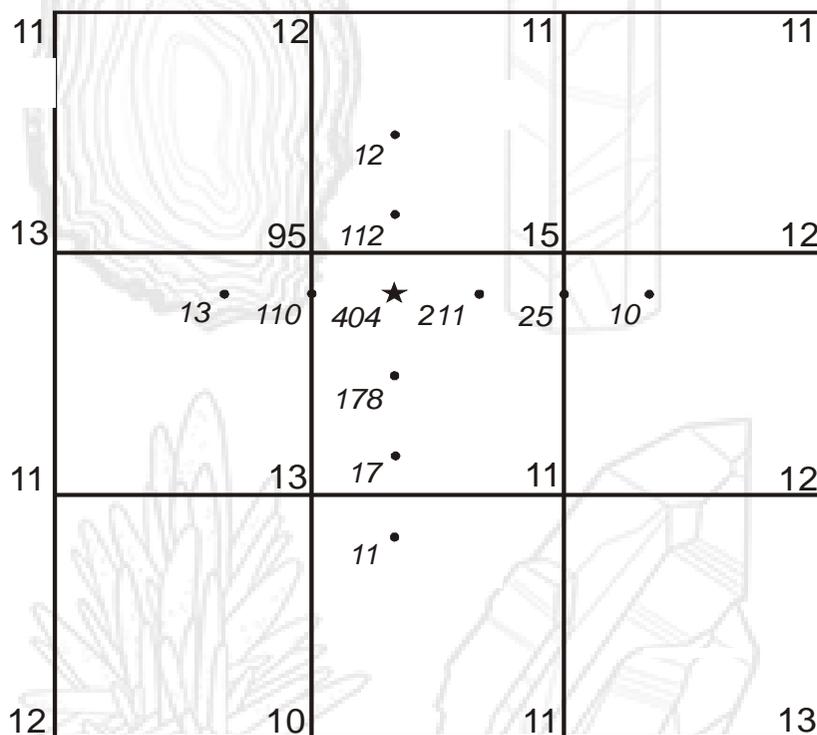


Рис. 6. Пример детализации аномалии «крестом»

*Данный способ позволяет существенно сэкономить время работ, однако им нельзя абсолютно правильно выявить форму аномалии, так как отсутствуют значения по диагонали от эпицентра. При детализации аномалий, возможно, использовать совмещённый вариант, когда к двум основным перпендикулярным профилям, проведённым через эпицентр, добавляется ряд дополнительных значений по диагонали от аномалии (рис.7). В обоих случаях все замеры ведутся до выхода интенсивности гамма-излучения в фоновые значения.*

По окончании гамма-съёмки производится измерение интенсивности  $\gamma$ -излучения на КП  $I_{\text{нф}}$ , мкР/ч. Результаты заносят в журнал.

### Методика построения карт изолиний гамма-активности

При выполнении гамма-съёмки на какой-либо замкнутой площади, результатом работ будет являться карта изолиний. Изолиния — это линия равных значений, какой-либо величины, в данном случае — интенсивности гамма-излучения. Она проводится путём интерполяции — вычисления промежуточного значения по известным соседним. Каждая из изолиний на плане отображает какое-либо значение гамма-активности, поэтому их необходимо оцифровывать, то есть вынести на карту их численное значение.

Для точного проведения изолиний следует вычислять промежуточные значения, между двумя известными.

Предположим, что Вам надо провести изолинию «10» (Рис. 7). Существует 2 варианта, как она может пройти. Либо на север (наверх), либо на восток (направо). Так как величина «10» больше, чем «7» и «8», которые ограничивают северную часть квадрата, изолиния «10» не может идти наверх! А вот между «8» и «12» она проходит легко. Таким образом, перед началом интерполяции, необходимо приблизительно проследить путь вашей изолинии, который определяется величиной гамма-активности на пикетах, между которыми она пройдет. При этом значение в одной из точек должно быть всегда больше (меньше) значения изолинии, а в другой либо меньше (больше), либо равным. Необходимо помнить и о значениях на других соседних пикетах. Далее необходимо определить точку, через которую пойдет изолиния. Для этого можно воспользоваться следующей формулой:

$$K = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{L},$$

где  $K$  — интенсивность гамма-излучения в одной условной единице (в сантиметре, в миллиметре, в «1 клеточке»);  $I_{\max}$  — максимальное значение гамма-излучения на одном из двух пикетов, между которыми проходит изолиния;  $I_{\min}$  — минимальное значение гамма-излучения на одном из двух пикетов, между которыми проходит изолиния;  $L$  — расстояние между пикетами с известными значениями гамма-излучения (в выбранных условных единицах: сантиметрах, миллиметрах, «клеточках»).

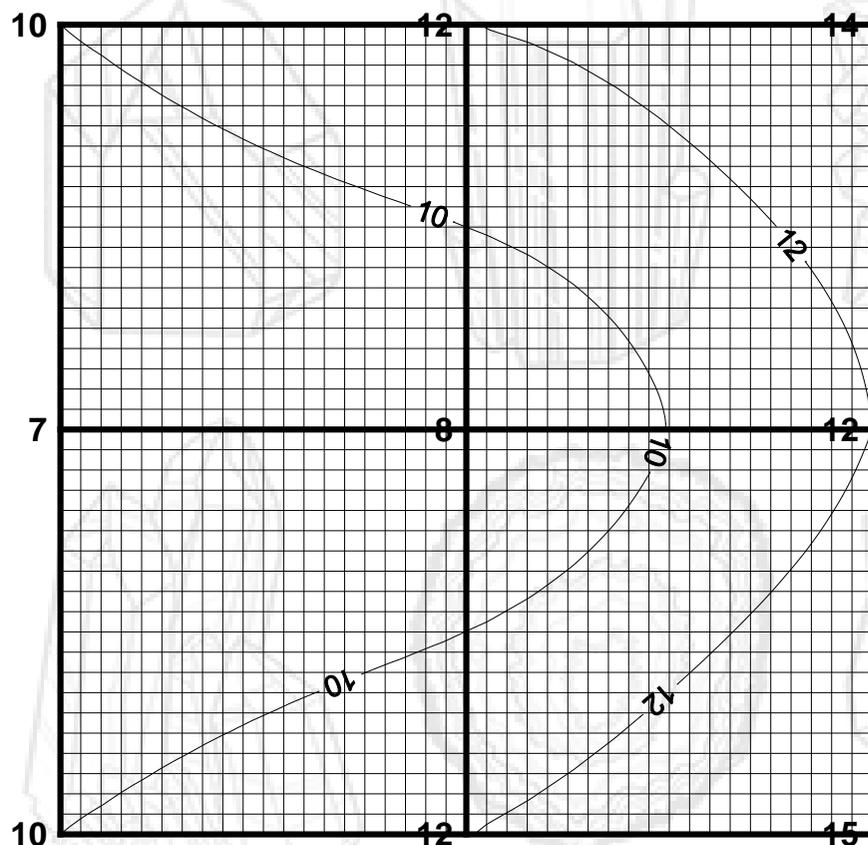


Рис. 7 Пример построения изолиний («10» и «12»)

За условную единицу длины в данном случае была принята клеточка.

$$K = \frac{12 \text{ мкР/ч} - 8 \text{ мкР/ч}}{20 \text{ клеточек}} = 0,2 \text{ мкР/ч в 1 клеточке}$$

Следовательно, при условии, что на одну клеточку полигона приходится 0,2 мкР/ч, а всего их 20 между ПК, изолиния «10» пройдет ровно посередине.

Для большей точности построения карты, также следует вычислять положение точки на диагональной линии между ближайшими пикетами (в данном случае это пикеты с интенсивностью 7 мкР/ч и 12 мкР/ч), через которую пойдёт изолиния. Далее линия равных значений гамма-интенсивности отстраивается аналогично.

Изолинию не следует «бросать» посередине карты. Её надо или замыкать, или доводить до границы полигона. Если это невозможно, то проводить выбранную изогамму не следует.

### Отчёт

Пешеходная гамма-съёмка была проведена на «учебном полигоне № \_\_\_\_\_» прибором СРП-68-01 № СН-12. Целью работ являлось выделение аномалий гамма-активности и построение карты изолиний.

Перед началом съёмки на контрольном пункте было проведено измерение радиационного фона. Он составил 10 мкР/ч, а по окончании 11 мкР/ч. Нормальный фон района равен 10,5 мкР/ч.

Съёмка проводилась на полигоне размером 3×3 метра, разбитому по ортогональной сети 1×1 метр. Общее количество пикетов — 16.

На рядовых пикетах значения гамма-активности колебались в пределах: от 10 до 19 МкР/ч. Аномалии были детализированы при помощи дополнительных измерений. Данные точки вынесены на карту.

Было выявлено 3 точечные аномалии гамма-излучения. Наиболее интенсивная обнаружена в центральной части площади, она составила 325 МкР/ч. Вторая найдена между 11 ПК и 12 ПК сдвинутую на восток. Её интенсивность 252 МкР/ч. Третья аномалия обнаружена рядом с пикетом № 10. Её интенсивность 190 МкР/ч. Все три аномалии имеют изометричную форму.

# ГИДРОЛОГИЯ. ШЛИХОВОЕ ОПРОБОВАНИЕ



## «Гидрология»

### Измерение расхода воды в реке поплавками

В практике маршрутных гидрогеологических исследований широко используется измерение расхода воды ручьёв и небольших речек способом «площадь-скорость», в котором площадь сечения потока определяется промерами глубин, а скорость течения воды — поплавками.

Работа по измерению расходов воды поплавками складывается из четырёх последовательных операций:

- выбор и обустройство участка замера;
- определение средней площади сечения потока;
- измерение скорости потока;
- вычисление расхода воды.

#### Выбор и обустройство участка замера

Для проведения работ выбирается прямолинейный участок русла с однообразным рельефом дна и продольным уклоном, если естественные показатели створа не отвечают этим требованиям, полосы берега на участках замера, а также на отрезках русла в 3-5 м выше и ниже выбранных створов расчищаются от кустарника и травы, крупные гальки из русла удаляются. На выбранном участке не должно быть перекатов, островков, течение должно быть без косых струй, мёртвых пространств.

Расстояние между верхним и нижним створом выбираются таким, чтобы продолжительность хода поплавок между ними была не меньше 20 сек. При большой скорости течения и в случаях, когда выбор участка затруднён, допускается уменьшение расстояния между створами до величины, обеспечивающей продолжительность хода поплавок не менее 10 сек.

Створы закрепляются кольшками и шнуром с разметкой. Шнур натягивается как можно ниже над водой, но он не должен касаться её поверхности. Расстояние между створами ( $L$ ) измеряется рулеткой с точностью до 0.01 м.

#### Определение средней площади сечения потока

Вычисляются площади сечений водного потока верхнего и нижнего створов (площадь, ограниченная линиями дна и поверхностью воды), для чего мерной лентой с точностью до 0.01 м измеряется ширина потока ( $B_v$ ,  $B_n$ ) (расстояние между берегами) на верхнем и нижнем створах. Затем замеряются глубины водного потока ( $H$ ). Число промерных точек при измерении глубины водного потока зависит от ширины потока и характера профиля дна: при ровном профиле дна число промерных вертикалей может быть меньше. Промерные точки должны располагаться через равные промежутки, причём

первая и последняя точки должны характеризовать глубину воды у береговых линий. Промерные точки необходимо зафиксировать на шнуре, закрепляющем положение створа, чтобы при обратном ходе замеры проводились в тех же точках. Промеры глубины прямым и обратным ходом в одних и тех же точках с осреднением полученных результатов проводят для контроля и исключения грубых ошибок.

Промеры выполняются промерной рейкой с точностью до 1 см. При набеге воды на рейку (что наблюдается при скоростях течения более 0.2 м/сек) отсчёт глубины нужно брать по линии ненарушенного рейкой положения поверхности водного потока. При илистом или песчаном русле не вдавливать рейку в дно.

При промере глубины исполнитель должен стоять на некотором удалении от рейки, чтобы не создавать наплыва воды на рейки.

Данные промера глубины выносятся в таблицу сверху вниз при прямом ходе и снизу вверх при обратном. Замеры в одной точке должны быть примерно одинаковыми.

Средняя глубина воды ( $H_{cp}$ ) по промерам на каждом створе вычисляется по формуле:

$$H_{cp} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \text{ (м)},$$

где  $n$  — количество замеров.

Площадь сечения верхнего и нижнего створов вычисляются по формуле:

$$F_v = B_v \times H_{cp, \text{верх}} \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_n = B_n \times H_{cp, \text{ниж}} \text{ (м}^2\text{)}$$

Площадь сечения водного потока на участке замера расхода воды определяется как среднее значение площади сечений верхнего и нижнего створов.

$$F_{cp} = \frac{F_v + F_n}{2}$$

### Определение скорости потока

Скорость течения — это путь, пройденный частицей воды за единицу времени (м/сек).

Скорость течения поверхностного слоя потока уменьшается от центральной его части к берегам, аналогичное изменение скорости течения приходит от поверхности воды к придонному слою. Для получения усреднённого значения скорости течения поплавковым методом необходимо измерить частные скорости в отдельных точках поверхностного потока, а затем вычислить среднее арифметическое значение скорости.

В качестве поплавка можно использовать аккуратно обструганные кусочки сырых веток деревьев, так как поплавков должен как можно меньше возвышаться над водой, чтобы было сведено до минимума ветровое воздействие; размеры поплавка должны обеспечивать его хорошую видимость.

Для запуска поплавка на верхнем створе намечается не менее 5 точек, равномерно распределённых по ширине потока, две из них должны находиться в прибрежных зонах, одна — в центре потока.

Исполнитель в намеченных точках последовательно запускает по одному поплавку, запуская их несколько выше створа (не менее 1 м), чтобы поплавок успел приобрести истинную скорость воды, и стоя на некотором отдалении от данной точки, чтобы ногами не создавать помехи течению (т.е. запускать поплавок с вытянутой руки). В момент прохождения поплавка через линию этого створа подаёт сигнал голосом и взмахом руки для включения секундомера.

В каждой точке, положение которой отмечено на шнуре верхнего створа, запускается последовательно не менее трёх поплавков. Если время прохождения расстояния между створами одного из поплавков отличается от других более, чем на 20%, то этот поплавок не засчитывается. В этом случае запускается дополнительный поплавок.

Если русло реки или ручья узкое (1–2 м), то измерение нужно проводить несколько раз по центру водотока (10 поплавков). За скорость течения при этом принимается среднее значение.

Время прохождения поплавка между створами определяется по секундомеру (с точностью до 1 сек) и записывается в таблицу последовательно по каждой замеренной точке.

Среднее время прохождения поплавка между верхним и нижним створами определяется по формуле:

$$t_c = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} \text{ (сек)},$$

где  $n$  — число замеров.

Делением расстояния между створами ( $L$ ) на среднее время прохождения поплавков этого расстояния определяется средняя скорость течения воды:

$$V_{cp} = L / t_{cp}$$

### **Вычисление расхода воды**

Расход воды вычисляется по формуле:

$$Q = F_{cp} \times V_{cp}$$

Полученное значение расхода называется фиктивным, поскольку при его определении используется скорость течения поверхностных слоёв водного потока, которая выше по сравнению с истинным её значением. Действительный расход водного потока получают ведением в расчёт расхода воды переходного коэффициента, величина которого зависит от характера русла водного потока.

$$Q = k \times F_{cp} \times V_{cp}$$

*Значения переходных коэффициентов при глубине водного потока до 1 м*

<b>Характер русла</b>	<b>Коэффициент</b>
Илистое, глинистое русло	0.87–0.93
Песчаное, гранитовое русло с ровными берегами без растительности	0.78–0.86
Галечное, каменистое русло, водная растительность, изливистые берега	0.70–0.77

Результаты измерений и все расчёты заносятся в бланк. Замеры длины, ширины и глубины русла приводятся в метрах, скорость — в секундах. Расход воды выражается в кубических метрах в секунду ( $\text{м}^3/\text{сек}$ ), либо в литрах в секунду (л/сек). При переходе от единиц к другим следует помнить, что

$$1\text{м}^3 = 1000 \text{ л или } 1 \text{ л} = 0.001 \text{ м}^3$$

## Соревнование «Гидрология»

<b>Цель соревнования</b>		оценка умения юных геологов проводить гидрологические наблюдения	
<b>Задачи соревнования</b>		- гидрологические наблюдения на реке; - гидрометрические измерения и расчёты	
<b>Количество участников от команды</b>	2	<b>Контрольное время</b>	1 час
<b>Максимальная оценка за соревнование</b>		1	72 баллов
<b>Оборудование, предоставляемое организаторами слёта</b>		<b>Оборудование, которое должны иметь участники слёта</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- учётная карточка (см. форму)</li> <li>- рулетка</li> <li>- промерной шест</li> <li>- секундомер</li> <li>- поплавки</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- одежда по погоде</li> <li>- головной убор</li> <li>- сменная обувь для работы на створе</li> <li>- бумага, ручка, карандаш, ластик</li> <li>- калькулятор</li> </ul>	
<b>Критерии оценки</b>			
<i>Действие</i>			<i>Количество баллов</i>
<b>1. Работа на створе</b>			<b>Мах 30</b>
замеры расстояния между створами:			
- замеры правильные			3
- замеры неправильные			0
замеры ширины створов:			
- замеры правильные			3
- замеры неправильные			0
промеры глубин:			
- все замеры правильные			6
- единичные неправильные замеры			3
- большинство замеров неправильны			0
количество точек измерения глубины:			
- правильное количество точек измерения глубины			3
- неправильное количество точек измерения глубины			0
расположение точек измерения глубины:			
- правильное расположение точек измерения глубины			3
- единичные неправильные расположения точек измерения глубины			2
- неправильное расположение точек измерения глубины			0
количество точек измерения скорости движения воды:			
- правильное количество точек измерения скорости движения воды			3
- неправильное количество точек измерения скорости движения воды			0
расположение точек измерения скорости движения воды:			
- правильное расположение точек измерения скорости движения воды			3
- единичные неправильные расположения точек			2

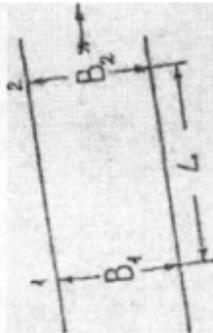
измерения скорости движения воды - неправильное расположение точек измерения глубины скорости движения воды	0
применение поплавка: - правильное применение поплавка; - единичное неправильное применение поплавка; - применение поплавка неправильно в большинстве случаев	6 3 0
<b>2. Описание особенностей реки</b>	
<b>max20</b>	
привязка к местности: - полная привязка к местности (привязка к однозначным ориентирам с направлением и расстоянием до них); - неполная привязка к местности; - частичная привязка - отсутствие привязки	6 4 2 0
общая характеристика реки (направление течения воды, извилистость русла, тип реки): - полная характеристика реки; - неполная характеристика реки; - отсутствие характеристики реки	2 1 0
характеристика долины реки (наличие террас, их высота и удалённость от уреза воды, описание пород, слагающих террасу): - полная характеристика долины реки; - неполная характеристика долины реки; - частичная характеристика долины реки; - отсутствие характеристики долины реки	9 6 3 0
описание дна (состав отложений, слагающих дно, их размер): - полное описание дна; - неполное описание дна; - частичное описание дна - отсутствие описания дна	3 2 1 0
<b>3. Определение расхода воды</b>	
<b>max20</b>	
расчёт расхода воды: - ошибка менее 20% от величины, определённой судейской комиссией; - ошибка в пределах от 20% до 30%; - ошибка от 30% до 40%; - ошибка от 40% до 50%; - ошибка более 50%.	20 16 12 8 0
<b>4. Аккуратность и точность в заполнении учётной карточки</b>	
<b>max2</b>	

# Учетная карточка соревнования «Гидрология»

Команда № \_\_\_\_\_  
 Фамилии, имена участников \_\_\_\_\_

Участок замера № \_\_\_\_\_

СХЕМА  
РАЗМЕЩЕНИЯ СТВОРОВ



$L =$  (м)

Определение средней скорости течения реки

номер полавка	Время прохождения полавков между створами (м.сек)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

$$v_{\text{ср.}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n} \quad (\text{сек})$$

$$v_{\text{ср.}} = \frac{L}{t_{\text{ср}}} \quad (\text{м/сек})$$

Схема замера	Определение площади сечения участка замера реки					
	1 створ (B1) м.			2 створ (B2) м.		
	Прямой ход	Обратный ход	Среднее	Прямой ход	Обратный ход	Среднее
H1						
H2						
Hср						
I-ч						
Hср						
н1						
Hср						
н9						
н10						
Hср.						
	Площадь сечения 1-го створа $F1 = B1 \times H_{\text{ср.}}$ = (м2)			Площадь сечения 2-го створа $F2 = B2 \times H_{\text{ср.}}$ = (м2)		

$$\text{Средняя площадь сечения участка замера } F_{\text{ср.}} = \frac{F_1 + F_2}{2} =$$

K=

Расход реки:

$$Q = K \times F_{\text{ср.}} \times v_{\text{ср.}} = \quad (\text{м}^3/\text{сек})$$

\*заполняется судейской комиссией\*

Замеренный расход	
Фактический расход	
Ошибка (%)	

Выдана \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ МИН.

Возвращена \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ МИН.

Подписи участников:

Подпись судьи: \_\_\_\_\_



## «Шлиховое опробование»

(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)

### Соревнование «Шлиховое опробование»

<b>Цель соревнования</b>	Оценить умение юных геологов работать с промывочным лотком и теоретические знания по шлиховому опробованию		
<b>Задачи соревнования</b>	I Этап. Проверка теоретических знаний по шлиховому опробованию II Этап. Промывка шлиховой пробы		
<b>Количество участников от команды</b>	1	<b>Контрольное время промывки</b>	20 мин.
		<b>Время тестирования</b>	15 мин.
<b>Максимальная оценка за соревнование</b>	30 баллов		
<b>Оборудование, предоставляемое организаторами слёта</b>	<b>Оборудование, которое должны иметь участники слёта</b>		
Пенал или пакет с 10 условными минералами (у.м.) размером 0,2–0,3 см, в т.ч. медная проволока, дробь из свинца, дробь из стали	Шлиховой лоток или иной прибор его заменяющий (миска, пластиковый таз и др. объёмом более 3 л), головной убор, непромокаемая обувь, карандаш.		
<b>Критерии оценки</b>			
<i>Действие</i>		<i>Количество баллов</i>	
<b>I Этап. Теоретические вопросы</b>		макс 5	
В тестах будут предложены 10 вопросов на знание теории шлихового опробования. Участник соревнования должен выбрать правильный вариант ответа и отметить его (например, обвести букву с правильным вариантом ответа кружочком и т.п.).		0,5 за каждый вопрос	
<b>II Этап. Промывка шлиховой пробы</b>			
1. Сохранение условных минералов		макс 20	
- сохранение всех условных минералов — 10 у.м.		20	

- сохранение 9 у.м.	18
- сохранение 8 у.м.	16
- сохранение 7 у.м.	14
- сохранение 6 у.м.	12
- сохранение 5 у.м.	10
- сохранение 4 у.м.	8
- сохранение 3 у.м.	6
- сохранение 2 у.м.	4
- сохранение 1 у.м.	2
- смыв всех условных минералов	0
<b>2. Качество шлиха</b>	<b>маж 5</b>
- чёрный шлих	5
- серый шлих	4
- недомытый (перемытый) шлих	3
- сильно недомытый (перемытый) шлих	1
- отсутствие шлиха	0
Эталон чёрного шлиха (необходимый объём шлиха и количественное соотношение чёрных и светлых тяжёлых минералов в нём) будет представлен судьями перед началом соревнования)	
<b>3. Превышение контрольного времени промывки</b>	<b>Незачёт</b>
Если отсутствие шлиха произошло по причине того, что участник прекратил соревнование, оставив в промывочном лотке большое количество породы, не позволяющее в соответствии с п.2 настоящих правил оценить это как шлих, считается — незачёт.	
При равенстве баллов место участника определяется по наименьшему затраченному времени промывки шлиха.	
При подготовке к соревнованию по методике промывки шлиха и теоретическим вопросам необходимо пользоваться учебным пособием «Шлиховой метод поисков полезных ископаемых», Е.М. Захарова, 1989 г., часть I Методика полевых шлиховых работ.	

**Учётная карточка соревнования**

**«Шлиховое опробование»**

Команда № \_\_\_\_\_

Фамилия, имя участника \_\_\_\_\_

**I этап. Тестирование**

Контрольное время тестирования: 15 мин.

количество баллов \_\_\_\_\_

**II Этап. Промывка шлиховой пробы**

Контрольное время промывки: 20 мин.

время промывки \_\_\_\_\_

Количество отмытых условных минералов \_\_\_\_\_

количество баллов \_\_\_\_\_

Качество шлиха: чёрный шлих \_\_\_\_\_

серый шлих \_\_\_\_\_

недомытый (перемытый) шлих \_\_\_\_\_

сильно недомытый (перемытый) шлих \_\_\_\_\_

отсутствие шлиха \_\_\_\_\_

количество баллов \_\_\_\_\_

Всего количество баллов промывки шлиха \_\_\_\_\_

Подпись участника соревнования: \_\_\_\_\_

**Общее количество баллов двух этапов соревнования** \_\_\_\_\_

Подпись судьи соревнования: \_\_\_\_\_

# ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ





## «Основы техники безопасности»

(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)

### Соревнование «Основы техники безопасности»

<b>Цель соревнования</b>	Оценка навыков юных геологов по оказанию первой медицинской помощи, а также знаний основ правил безопасности при геологоразведочных работах	
<b>Задачи соревнования</b>	- оказание первой медицинской помощи; - выявление теоретических знаний по основам правил безопасности при геологоразведочных работах	
<b>Количество участников от команды 1</b>	3	<b>Контрольное время</b> 30 мин.
<b>Максимальная оценка за соревнование</b>	60 баллов	
<b>Оборудование, представляемое организаторами слёта</b>	<b>Оборудование, которое должны иметь участники слёта</b>	
- манекен для искусственного дыхания; - аптечка; - учётная карточка (см. форму).	-	
Действие		Количество баллов
<b>I. Первая медицинская помощь</b>		<b>маx 50*</b>
1. Первая помощь при остановке дыхания и сердечной деятельности		маx 10
1.1. Искусственное дыхание («рот в рот»)		
- проведено правильно		5
- проведено с ошибками		2
- проведено неправильно		0
1.2. Массаж сердца (наружный)		
- проведено правильно		5
- проведено с ошибками		2
- проведено неправильно		0
2. Первая помощь при ранах и кровотечениях конечностей		маx 10
2.1. Остановка кровотечения (наложение давящей повязки и жгута)		
- проведено правильно		5
- проведено с ошибками		2
- проведено неправильно		0
2.2. Защита раны от загрязнения и инфицирования		
- проведено правильно		5
- проведено с ошибками		2

- проведено неправильно	0
3. Первая помощь при переломах, вывихах ушибах, растяжениях	max 15
3.1. Первая помощь при переломах костей конечностей	
- проведено правильно	5
- проведено с ошибками	2
- проведено неправильно	0
3.2. Первая помощь при вывихах конечностей	
- проведено правильно	5
- проведено с ошибками	2
- проведено неправильно	0
3.3. Первая помощь при растяжениях	
- проведено правильно	5
- проведено с ошибками	2
- проведено неправильно	0
4. Первая помощь при термических ожогах	max 5
- проведено правильно	5
- проведено с ошибками	2
- проведено неправильно	0
5. Первая помощь при острых отравлениях	max 10
5.1. Первая помощь при отравлении продуктами питания	
- проведено правильно	5
- проведено с ошибками	2
- проведено неправильно	0
5.2. Первая помощь при отравлении угарным газом	
- проведено правильно	5
- проведено с ошибками	2
- проведено неправильно	0
<b>II. Правила безопасности при производстве геологоразведочных работ (Тестирование)</b>	max 10
В тестах будут предложены 10 вопросов по технике безопасности при геологоразведочных работах. Участник соревнования должен: - выбрать правильный ответ из четырех предложенных и вписать его номер в учетную карточку «Тестирование». Ответ дан: -правильно -неправильно При составлении тестов использован справочник Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-2005	1 0
*При равенстве баллов место участника определяется по наименьшему затраченному времени на прохождение Тестирования	

## Карточка по первой помощи

Команда:

1	Искусственное дыхание (рот в рот)	Запрокидывание головы	Проверка и освобождение верхних дыхательных путей	Зажатие носа	Глубина выдоха	Промежуток между вдохами	Количество вдохов
2	Массаж сердца (наружный)	Расположение рук	Прямые руки	Глубина нажатия	Соблюдения интервала нажатий	Количество нажатий	
3	Остановка кровотечения (наложение давящей повязки и жгута)	Пальцевое нажатие	Наложение жгута	Закрепление жгута (не на узел)	Первый тур	Наложение повязки	Фиксация не на ране
4	Защита раны от загрязнения и инфицирования	Обработка раны					
5	Первая помощь при переломах костей конечностей	Придание конечности наименее болезненного положения	Наложение шины	Раскатка бинта по телу	Правильность иммобилизации конечности	Приложение холода	
6	Первая помощь при вывихах конечности	Придание конечности наименее болезненного положения	Наложение шины	Раскатка бинта по телу	Правильность иммобилизации конечности	Приложение холода	
7	Первая помощь при растяжениях	Придание конечности наименее болезненного положения	Наложение шины	Раскатка бинта по телу	Приложение холода	Правильность иммобилизации конечности	
8	Первая помощь при термических ожогах	Прекратить воздействие высокой температуры	Уточнить характер ожога (степени ожогов)	Первая помощь при 2 степени	Первая помощь при 3 степени	Накрыть пострадавшего	Питьё пострадавшему
9	Первая помощь при отравлении продуктами питания	Признаки	Промывание соле-щелочной водой	Вызов рвотного рефлекса	До какого периода промывается желудок	Предупреждение обезвоживания	Что запрещено после отравления
10	Первая помощь при отравлении угарным газом	Вывести пострадавшего на свежий воздух		Ослабить верхнюю одежду, ремень	Следить за дыханием		

Оценка каждого пункта: «+» — правильно, «-» — неправильно

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ



## «Геологический маршрут»

(правила проведения геологического соревнования  
XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)

### Соревнование «Геологический маршрут»

<b>Цель соревнования</b>	оценка умения юных геологов проводить полевые геологические наблюдения; оценка умения работать с топографической картой и геологическим компасом, ориентироваться на местности, выносить на карту точки наблюдений, измерять элементы залегания и мощности слоёв горных пород, документировать обнажения, собирать и оформлять коллекции образцов минералов, горных пород и окаменелостей.		
<b>Задачи соревнования</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вынос маршрута на топографическую карту;</li> <li>- проведение геологических наблюдений по ходу маршрута;</li> <li>- описание не менее 5 точек наблюдений (обнажений);</li> <li>- документация контрольного обнажения;</li> <li>- замеры элементов залегания слоёв горных пород в контрольном обнажении;</li> <li>- сбор коллекции образцов горных пород и ископаемых остатков.</li> </ul>		
<b>Количество участников от команды</b>	3	<b>Контрольное время*</b>	4 час
<b>Максимальная оценка за соревнование</b>		100 баллов	
<b>Оборудование, предоставляемое организаторами слёта</b>		<b>Оборудование, которое должны иметь участники слёта</b>	
Топографический план местности, полевая книжка, на первой странице которой указаны магнитные азимуты направлений ходов маршрута и расстояния в метрах.		Компас горный, геологический молоток, рулетка, лупа, флакончик с 10% раствором соляной кислоты, транспортёр, нож перочинный, карандаши простые и ручки шариковые, обёрточная бумага или мешочки для образцов, этикетки.	
<b>Критерии оценки</b>			
<i>Действие</i>			<i>Количество баллов</i>
1. Вынос начала маршрута на карту с точностью:			макс <b>5</b>

- до 1 мм	5
- до 2 мм	4
- до 3 мм	3
- до 4 мм	2
- до 5 мм	1
- более 5 мм	0
<b>2. Вынос ходов маршрута и объектов описания на карту (всего 5 пунктов):</b>	<b>маx 5</b>
- за пункт с ошибкой до 3 мм	1
- за пункт с ошибкой более 3 мм	0
<b>3. Ведение полевого дневника</b>	<b>маx 10</b>
заполнение полевого дневника:	
- правильное и аккуратное, без исправлений	5
- правильное, но недостаточно аккуратное	3
- неправильное, небрежное, с ошибками	0
описание начала маршрута (№ маршрута, дата, погодные условия, цели, условия, словесная привязка начальной точки):	2
- составлено полностью	1
- отсутствует словесная привязка начальной точки	0
- отсутствуют цели, словесная привязка начальной точки	0
титульный лист:	

- оформлен по правилам	2
- оформлен не по правилам	1
- титульный лист отсутствует	0
форма ведения записей:	
- соответствует предъявляемым требованиям	1
- не соответствует предъявляемым требованиям	0
<b>4. Описание обнажений по ходу маршрута.</b> Должно быть описано не менее 5-ти обнажений, оформленных в полевой книжке, как отдельные точки наблюдений. При описании большего числа объектов, выбираются 5 лучших.	<b>маx 20</b>
полнота описания одного обнажения (словесная привязка, тип — естественное или искусственное, положение в рельефе, форма, размеры и т.д.):	4
- обнажение описано полностью	2
- обнажение описано не полностью	0
- описание обнажения отсутствует	0
<b>5. Коллекция горных пород и окаменелостей (без учёта контрольного обнажения) полнота отбора, форма и размеры образцов, их оформление:</b>	<b>3</b>

- образцы представительны, кондиционные, правильно оформлены	3
- единичные образцы отсутствуют, частично не кондиционные и (или) часть их оформлена неправильно	2
- собранная коллекция образцов не представительна, большинство образцов не кондиционные и (или) оформлены неправильно	0
<b>6. Описание контрольного обнажения</b>	<b>max 22</b>
словесная привязка:	
- приведена правильно	2
- приведена с ошибками	1
- отсутствует	0
общее описание обнажения (тип, размеры, положение в рельефе и т.д.):	
- сделано правильно	5
- сделано с ошибками	3
- отсутствует	0
описание слоёв горных пород (состав интрузивных и жильных тел) в обнажении:	
- все горные породы выделены, их описание составлено правильно	15
- все горные породы выделены, описание составлено с ошибками	10
- не все горные породы выделены, описание составлено с ошибками	5
- горные породы выделены неправильно и (или) описание их отсутствует	0
<b>7. Замеры элементов залегания на контрольном обнажении:</b>	<b>max 6</b>
замер азимута падения с точностью:	
- до 5°	3
- до 10°	2
- до 15°	1
- более 15°	0
замер угла падения с точностью:	
- до 5°	3
- до 10°	2
- до 15°	1
- более 15°	0
<b>8. Отбор и оформление образцов горных пород, минералов и окаменелостей из контрольного обнажения (полнота отбора, форма, размеры, оформление образцов):</b>	<b>max 4</b>

- образцы представительны, кондиционные, правильно оформлены	4
- единичные образцы отсутствуют, частично не кондиционные и (или) часть их оформлена неправильно	2
- собранная коллекция образцов не представительна, большинство образцов не кондиционные и (или) оформлены неправильно	0
<b>9. Зарисовка контрольного обнажения:</b>	<b>max 20</b>
номер и название рисунка:	
- приведены правильно	3
- приведены не полностью или название не отвечает содержанию рисунка	2
- отсутствуют	0
масштабы и ориентировки:	
- приведены правильно	3
- приведены с ошибками	2
- отсутствуют	0
геологическое содержание отображено:	
- правильно	10
- с небольшими ошибками	5
- не правильно	0
условные обозначения к рисунку:	
- имеются и соответствуют рисунку	4
- имеются частично и (или) соответствуют рисунку не в полной мере	2
- приведены с грубыми ошибками или отсутствуют	0
<b>10. Оценка территории для проведения дальнейших работ:</b>	<b>max 5</b>
выводы по маршруту (виды возможных полезных ископаемых на территории):	
- сделаны правильно	3
- сделаны с ошибками	2
- отсутствуют	0
обоснование проектируемых видов работ:	
- сделано правильно	2
- сделано с ошибками	1
- отсутствует	0

\*превышение контрольного времени штрафуются из расчёта: за первые 10 мин. снимается 1 балл, за каждые следующие 10 мин. штрафные баллы удваиваются.



## «Геологический разрез»

(правила проведения геологического соревнования XV Всероссийской открытой полевой олимпиады юных геологов)

### Соревнование «Геологический разрез»

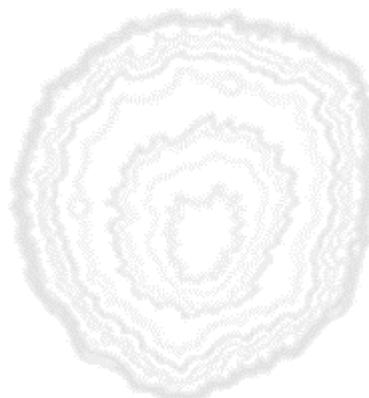
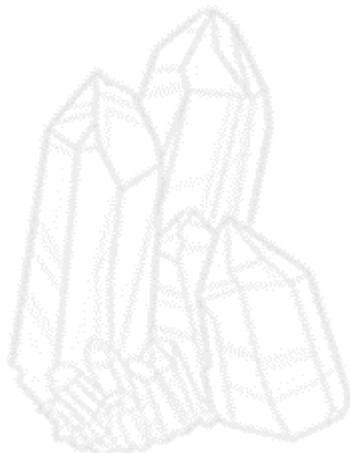
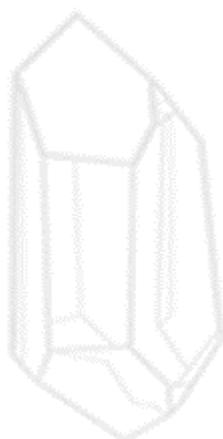
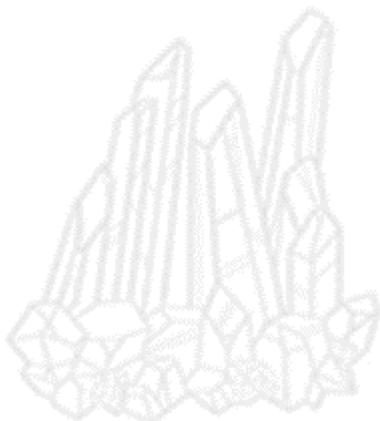
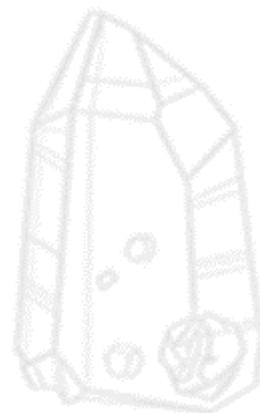
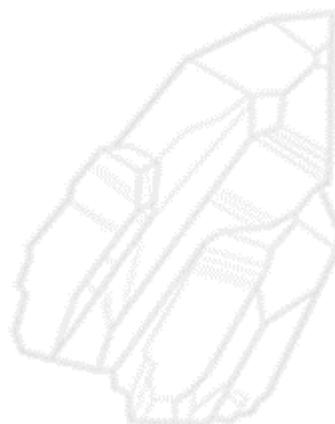
<b>Цель соревнования</b>	Оценка умения юных геологов отстраивать геологические разрезы по геологической карте, правильно отображать на них различные геологические тела и структурные элементы, оформлять геологические разрезы.		
<b>Задачи соревнования</b>	Посторенние геологического разреза в масштабе карты и его оформление в соответствии с типовыми требованиями.		
<b>Количество участников от команды</b>	1	<b>Контрольное время</b>	80 мин.
<b>Максимальная оценка за соревнование</b>	60		
<b>Оборудование, предоставляемое организаторами слёта</b>	<b>Оборудование, которое должны иметь участники слёта</b>		
Геологическая карта на топографической основе с нанесённой линией разреза; миллиметровая бумага для построения разреза; учётная карточка	Линейка, транспортир, карандаши простые и цветные, ластик, циркуль, измеритель, таблицы поправок углов падения.		
<b>Критерии оценки</b>			
<i>Действие</i>			<i>Количество баллов</i>
<b>1. Правильность построения геологического разреза:</b>			<b>Max 30</b>
Горизонтальный и вертикальный масштабы выбраны:			
-правильно			2
-не правильно			0

<p>Соответствие гипсометрического профиля разреза, построенного в масштабе карты, топографической основе, при погрешности более 1 мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибки отсутствуют</li> <li>- единичные</li> <li>- многочисленны</li> <li>- преобладают</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>
<p>Соответствие геологических границ на карте и разрезе, при погрешности более 1 мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибки отсутствуют</li> <li>- единичные</li> <li>- многочисленны</li> <li>- преобладают</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>
<p>Стратиграфическая последовательность отображённых геологических тел:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильная</li> <li>- в целом правильная</li> <li>- неправильная</li> </ul>	<p>3 1 0</p>
<p>Формы интрузивных тел отображены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно</li> <li>- в целом правильно</li> <li>- неправильно</li> </ul>	<p>3 1 0</p>
<p>Соответствие элементов залегания слоёв (углы падения) на карте и разрезе (с учётом поправок углов падения при пересечениях, не перпендикулярных к простиранию пластов, а также увеличении вертикального масштаба разреза), при погрешности более 2°:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибки отсутствуют</li> <li>- единичные</li> <li>- многочисленны</li> <li>- преобладают</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>
<p>Выдержанность мощностей стратиграфических подразделений, при погрешности более 1 мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибки отсутствуют</li> <li>- единичные</li> <li>- многочисленны</li> <li>- преобладают</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>
<p>Правильность выноса разрывных нарушений на разрез, при погрешности более 1 мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибки отсутствуют</li> <li>- единичные</li> <li>- многочисленны</li> <li>- преобладают</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>

Правильность отображения морфологии разрывных нарушений: -правильно - в целом правильно - неправильно	2 1 0
Формы складок отображены: -правильно - в целом правильно - неправильно	5 3 0
<b>2. Полнота построения разреза:</b>	<b>маx 10</b>
На разрезе геологическое строение отображено: – полностью, на всю длину и глубину – в значительной степени (~ 75%) – частично (~ до 50%) – незначительно (~ до 25%) – отсутствует	10 7 5 3 0
<b>3. Оформление разреза (стратиграфические индексы, раскраска, «зарамочное» оформление):</b>	<b>Маx 20</b>
Стратиграфические индексы проставлены: – без ошибок и полностью – с ошибками или частично – отсутствуют	5 3 0
Разрез раскрашен: – полностью – частично – не раскрашен	5 3 0
«Зарамочное» оформление разреза (название, численные масштабы, обозначения начальных точек разреза, нулевая линия, шкала вертикального масштаба) выполнено: - в соответствии с существующими требованиями - нет отдельных элементов оформления - оформление разреза не отвечает существующим требованиям	5 3 0
Разрез вычерчен и раскрашен: - аккуратно - аккуратно в целом - небрежно	5 3 0

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: КДУ, 2008.
2. Захарова Е.М. Шлиховой метод поисков полезных ископаемых, Часть I: Методика полевых шлиховых работ. М.: Недра, 1989.
3. Практическое руководство по общей геологии, под ред. Н.В. Короновского. М.: Издательский центр «Академия», 2007.



## ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

**Рабочая тетрадь педагога  
к дополнительной общеобразовательной  
общеразвивающей программе  
«Школа юного геолога»**

Краевое государственное автономное образовательное  
учреждение дополнительного образования «Центр развития  
творчества детей (Региональный модельный центр дополнительного  
образования детей Хабаровского края)»

680000, г. Хабаровск, ул. Комсомольская, 87  
тел. / факс: (4212) 30-57-13  
Телеграм: @dopobrazovanie27  
ВКонтакте: @dop.obrazovanie27  
e-mail: rmc@rmc.27.ru  
<http://www.kcdod.khb.ru>

Подписано в печать: 26.06.2025  
Тираж: 30 экз.

Методические материалы размещены на сайте КГАОУ ДО РМЦ



физкультурно-спортивная



туристско-краеведческая



художественная



естественнонаучная



техническая



социально-гуманитарная

