

## **Экологический мониторинг талого снега с Северного полюса**

**Котлевский Дмитрий Олегович**

Экология

11 класс, МБОУ «СОШ № 78», г. Северск, Томской области

Научный руководитель: Королёва Оксана Васильевна, учитель географии и ОПД, директор МБОУ «СОШ № 78» г. Северска, Томской области

### **ВВЕДЕНИЕ**

Россия с 1996 года входит в состав международного Арктического совета, в приоритетах которого значится сохранение экологии региона. Ещё в 2022 году на специальном совещании по вопросам Арктической зоны президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин говорил об экологической обстановке в Арктике, о необходимости сохранения биоразнообразия и экосистем.

Но несмотря на это существует **проблема** загрязнения снежного покрова и льдов Северного Ледовитого океана тяжёлыми металлами, которые широко применяются в различных промышленных производствах, и несмотря на очистительные мероприятия, содержание соединений тяжёлых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Они также поступают в окружающую среду с бытовыми стоками, с дымом и пылью промышленных предприятий. Многие металлы образуют стойкие органические соединения, хорошая растворимость этих комплексов способствует миграции тяжёлых металлов в природных водах. Помимо сточных вод, большие массы соединений тяжёлых металлов поступают в океан через атмосферу и с захоронением разнообразных отходов в Мировом океане.

На данный момент идёт активное освоение Арктики и мирового океана, но экологический мониторинг талого снега с географической точки Северного полюса до сих пор подробно не проводился.

**Гипотеза исследования** – органолептические и химические параметры талого снега с Северного полюса в течение 3 лет не изменились и соответствуют требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода

дистиллированная), талый снег на Северном полюсе не загрязнен тяжёлыми металлами.

**Объект исследования** - талый снег с Северного полюса.

**Предмет исследования** - органолептические и химические параметры талого снега с Северного полюса.

**Цель исследования:** изучить органолептические и химические параметры талого снега с Северного полюса в течение 3 лет (2023 – 2025 г.) и сравнить их с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная), сделать выводы о загрязнённости талого снега с Северного полюса тяжёлыми металлами.

Для достижения которой определены следующие **задачи:**

1. Собрать образцы снега с Северного полюса в августе 2023, 2024 и 2025 годов.
2. Изучить органолептические и химические параметры образцов за 3 года.
3. Сравнить полученные результаты с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная).
4. Сравнить образцы 2023, 2024, 2025 г. между собой и с результатами исследования проведённого в 2022 г. Ивановым Александром Болеславовичем, сотрудником Уральского университета, блогером – химиком.
5. Провести анализ полученных результатов исследований, сформулировать выводы.

## **АНАЛИЗ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования экологической обстановки в Арктике проводилась и ранее. Их результаты описаны в научных работах: Мельникова И.А. [1], Алексеева Г.В. [2] и других. Но в общедоступных источниках отсутствуют данные по органолептическому и химическому анализам талого снега с Северного полюса. Также не в одной из научных работ (статей) не рассматривался вопрос соответствия талого снега требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) [4] и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная) [10], имеющиеся опубликованные исследования проводились уже давно, их данные уже не актуальны и не показывают реальную экологическую обстановку на

поверхности Северного Ледовитого океана в географической точке Северного полюса.

Поэтому преимуществами нашего исследования являются: изученные органолептические и химические параметры талого снега с Северного полюса; доказанный вывод, что снежный покров на Северном полюсе в течение 3 лет не загрязнен тяжёлыми металлами, экологическая обстановка хорошая; данные нашего исследования свежие и актуальные. Конечно у него есть один недостаток – учебная лаборатория МИФИ Северска не имеет аккредитацию. Но, несмотря на это, преимуществ у моей работы гораздо больше.

Литературные источники, а также список использованной литературы представлен в конце работы.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В работе были использованы 2 основных метода исследования:

#### **1. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой:**

Подробное описание методики: Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES) представляет собой аналитический метод, используемый для обнаружения химических элементов. Это тип эмиссионной спектроскопии, который использует индуктивно связанную плазму для получения возбужденных атомов и ионов, испускающих электромагнитное излучение на длинах волн, характерных для конкретного элемента.

Метод предназначен для определения преимущественно металлов и металлоидов. Выделяется своей экспрессивностью, удобством и простотой использования. Отлично подходит для анализа воды на металлы в т.ч. и тяжелые.

Ссылка на публикацию применения данной методики: [5], [6], [7].

#### **2. Методы определения органолептических показателей качества различных видов вод, кроме технической воды.**

Подробное описание методики: Органолептическая оценка выполняется прямым методом распознавания запахов, вкусов и привкусов - по ощущению воспринимаемого вкуса. Данные показатели не поддаются формальному измерению - определение проводится экспертным путем. Для оценки

интенсивности запаха и привкуса пользуются системой баллов.

Ссылка на публикацию применения данной методики: [8], [9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приводим результаты исследования талого снега с Северного полюса методами определения органолептических показателей качества различных видов вод, кроме технической воды (таблица 1).

Органолептические показатели качества талого снега с Северного полюса

Таблица 1

Показатель	Единицы измерения	Норматив согласно требованиям:		Показатели качества талого снега с Северного полюса			Соответствие требованиям (да/нет)	
		СанПиН 1.2.3685-21 (не более)	ГОСТ Р 58144-2018 (характеристика)	2023 год	2024 год	2025 год	СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая)	ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная)
Запах	баллы	3	Без запаха	0	0		Да	Да
Привкус	баллы	3	—	0	0		Да	—
Цветность	градусы	30	Бесцветная	0	0		Да	Да
Окраска	см	Не должна обнаруживаться в столбике воды 10 см	—	Не обнаружена			Да	—
Мутность	ЕМФ (ед. мутности по формазину) или мг/л (по каолину)	2,6 по формазину 1,5 по каолину	Прозрачная	Прозрачна в сравнении с бутилированной питьевой водой			Да	Да
Прозрачность	см	Не менее 30 по шрифту Снеллена	—	>30	>30	>30	Да	—

Из представленной таблицы 1 видно, что на протяжении 3 лет (2023 – 2025

годы) экологическая обстановка на поверхности Северного Ледовитого океана в географической точке Северного полюса остаётся не изменой, анализы талого снега одинаковые. Снежный покров на Северном полюсе не загрязнен тяжёлыми металлами. Талый снег соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная).

Приводим результаты исследования талого снега с Северного полюса при помощи метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, проводимого в учебной лаборатории СТИ НИЯУ МИФИ, и сравнение их с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 к питьевой воде (таблица 2).

Результаты анализа талого снега с Северного полюса при помощи метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и сравнение их с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 к питьевой воде

Таблица 2

№ п/п	Наименование вещества	Величина предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в питьевой воде согласно требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (мг/л)	Величина концентраций химических веществ в талом снеге с Северного полюса (мг/л)			Соответствие требованиям СанПиН 1.2.3685-21 к питьевой воде
			2023 г.	2024 г.	2025 г.	
1.	Ag (серебро)	0,05	0,0009	0,0008	0,0008	Соответствует
2.	Al (алюминий)	0,2	0	0	0	Соответствует
3.	As (мышьяк)	0,01	0,0068	0,007	0,0069	Соответствует
4.	Au (золото)	-	0	0	0	Соответствует
5.	B (бор)	0,5	0	0	0	Соответствует
6.	Ba (барий)	0,7	0,0002	0,0002	0,0002	Соответствует
7.	Be (бериллий)	0,0002	0	0	0	Соответствует
8.	Bi (висмут)	0,1	0,0099	0,0098	0,0098	Соответствует
9.	Ca (кальций)	3,5	0,0525	0,1	0,08	Соответствует
10.	Co (кобальт)	0,1	0,0003	0	0	Соответствует
11.	Cr (хром)	0,05	0,0002	0,0001	0,0001	Соответствует
12.	Cu (медь)	1,0	0	0,001	0,001	Соответствует
13.	Fe (железо)	0,3	0	0	0	Соответствует
14.	Ga (галлий)	-	0	0	0	Соответствует

15.	Hf (гафний)	-	0	0	0	Соответствует
16.	Hg (ртуть)	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	Соответствует
17.	K (калий)	-	0	0	0	Соответствует
18.	Li (литий)	0,03	0,0003	0	0	Соответствует
19.	Mg (магний)	50	0,0537	0,0266	0,0271	Соответствует
20.	Mn (марганец)	0,1	0	0,0001	0,0001	Соответствует
21.	Mo (молибден)	0,07	0	0	0	Соответствует
22.	Na (натрий)	200	0	0,025	0,027	Соответствует
23.	Nb (ниобий)	0,01	0,0007	0,0007	0,0006	Соответствует
24.	Ni (никель)	0,02	0,0024	0,001	0,001	Соответствует
25.	P (фосфор)	0,0001	0	0	0	Соответствует
26.	Pb (свинец)	0,01	0,0025	0,0014	0,0013	Соответствует
27.	Rb (рубидий)	-	0	0	0	Соответствует
28.	Re (рений)	-	0	0	0	Соответствует
29.	Sb (сурьма)	0,005	0	0	0	Соответствует
30.	Se (селен)	0,01	0	0	0	Соответствует
31.	Si (кремний)	25	0	0	0	Соответствует
32.	Sn (олово)	2,0	0,1087	0,0025	0,0023	Соответствует
33.	Sr (стронций)	7,0	0,0018	0,0018	0,0018	Соответствует
34.	Ta (тантал)	-	0	0	0	Соответствует
35.	Te (теллур)	0,01	0	0	0	Соответствует
36.	Ti (титан)	0,1	0,0015	0,0001	0,0001	Соответствует
37.	V (ванадий)	0,1	0	0	0	Соответствует
38.	W (вольфрам)	0,05	0	0	0	Соответствует
39.	Zn (цинк)	5,0	0	0,0097	0,0096	Соответствует
40.	Zr (цирконий)	-	0	0	0	Соответствует
41.	Cd (кадмий)	0,001	0	0	0	Соответствует

Из представленной таблицы 2 видно, что результаты анализа талого снега с Северного полюса на протяжении 3 лет (2023 – 2025 годы) полностью соответствуют требованиям СанПиН 1.2.3685-21 к питьевой воде, поверхность океана на Северном полюсе не загрязнена тяжёлыми металлами.

Приводим результаты исследования талого снега с Северного полюса при помощи метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, проводимого в учебной лаборатории СТИ НИЯУ МИФИ, и сравнение их с требованиями ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде (таблица 3,

рисунок 1).

Результаты анализа талого снега с Северного полюса при помощи метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и сравнение их с требованиями ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде

Таблица 3

№ п/п	Наименование вещества (показателя)	Массовая концентрация показателя – значение показателя согласно требованиям ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная) (мг/дм <sup>3</sup> , не более)	Величина концентраций химических веществ в талом снеге с Северного полюса (мг/дм <sup>3</sup> )			Соответствие требованиям ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде
			2023 год	2024 год	2025 год	
1.	Al (алюминий)	0,05	0	0	0	Соответствует
2.	Fe (железо)	0,05	0	0	0	Соответствует
3.	Ca (кальций)	0,8	0,0525	0,1	0,08	Соответствует
4.	Cu (медь)	0,02	0	0,001	0,001	Соответствует
5.	Pb (свинец)	0,05	0,0025	0,0014	0,0013	Соответствует
6.	Zn (цинк)	0,2	0	0,0097	0,0096	Соответствует

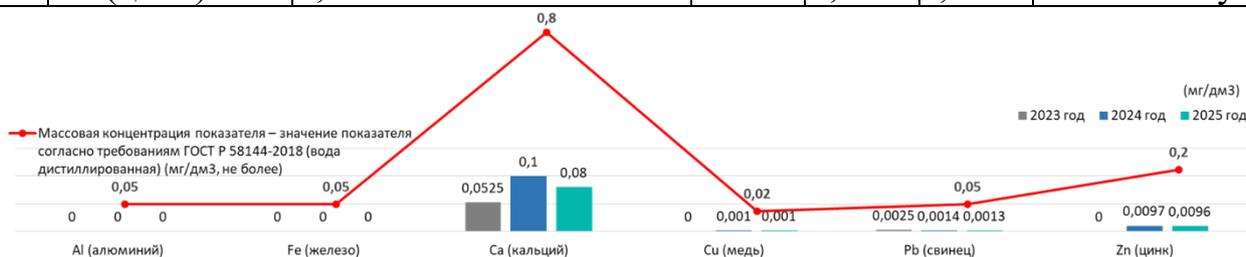


Рисунок 1. Результаты анализа талого снега с Северного полюса при помощи метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и сравнение их с требованиями ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде

Как известно свежий выпадающий снег является дистиллированной водой. Из представленных таблицы 3 и диаграммы (рис.1) видно, что результаты анализа талого снега с Северного полюса на протяжении 3 лет (2023 – 2025 годы) полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде. На основании этого можно сделать вывод, что поверхность океана на Северном полюсе не загрязнена тяжёлыми металлами.

Приводим результаты сравнительного анализа образцов талого снега 2023, 2024, 2025 годов между собой и с результатами исследования, проведённого в

2022 году Ивановым А.Б., сотрудником Уральского университета, блогером – химиком. А также их сравнение с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 к питьевой воде и ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде (рисунок 2).



Рисунок 2. Сравнительный анализ образцов талого снега 2023, 2024, 2025 гг. между собой и с результатами исследования, проведённого в 2022 г. Ивановым А.Б., сотрудником Уральского университета. А также их сравнение с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 к питьевой воде и ГОСТ Р 58144-2018 к дистиллированной воде

Из представленных в графическом виде (рис.2) результатов, дополненных таблицей данных видно, что на протяжении 3 лет (2023-2025годы) экологическая обстановка на поверхности Северного Ледовитого океана в географической точке Северного полюса остаётся не изменой, анализы талого снега практически одинаковые. При сравнении их с результатами анализа 2022 г. – данные также фактические равные. При сравнении результатов анализов за 4 года можно сделать выводы:

- талый снег в течение 4 лет соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная);
- на протяжении 4 лет снежный покров на Северном полюсе не загрязнен тяжёлыми металлами;
- на поверхности Северного Ледовитого океана в географической точке Северного полюса хорошая экологическая обстановка.

## ВЫВОД

Выдвинутая в начале исследования гипотеза подтвердилась, органолептические и химические параметры талого снега с Северного полюса в течение 3 лет не изменились и соответствуют требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная), талый снег на

Северном полюсе не загрязнен тяжёлыми металлами.

В ходе реализации проекта мы выполнили все поставленные перед собой в начале проекта задачи:

1. Собрали образцы снега с Северного полюса в августе 2023, 2024 и 2025 годов.

2. Изучили органолептические и химические параметры образцов за 3 года.

3. Сравнили полученные результаты с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная).

4. Сравнили образцы 2023, 2024, 2025 годов между собой и с результатами исследования проведённого в 2022 году Ивановым А.Б., сотрудником Уральского университета, блогером – химиком.

5. Провели анализ полученных результатов исследований, сформулировали выводы.

Вывод – считаем, что цель нашего исследования достигнута, мы изучили органолептические и химические параметры талого снега с Северного полюса в течение 3 лет (2023 – 2025 г.) и сравнили их с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 (вода питьевая) и ГОСТ Р 58144-2018 (вода дистиллированная), сделали выводы об отсутствии загрязнённости талого снега с Северного полюса тяжёлыми металлами, о том, что там хорошая экологическая обстановка.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мельников, И. А. Мониторинг водно-ледовой экосистемы в районе Северного полюса: апрель 2018 года / И. А. Мельников // Российские полярные исследования. – 2018. – № 2(32). – С. 13-14.

2. Алексеев, Г. В. 1.3. Анализ окружающей среды Арктической зоны РФ / Г. В. Алексеев, В. Г. Дмитриев // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Изд. дом «Наука», 2016. – С. 67-92.

3. Багдасарян, А. А. Основные экологические проблемы Северного морского пути в перспективе его развития / А. А. Багдасарян // Российская

Арктика. – 2020. – № 9. – С. 17-29.

4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 № 62296.

5. «ГОСТ Р 57165-2016 (ИСО 11885:2007). Национальный стандарт Российской Федерации. Вода. Определение содержания элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой», утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 17.10.2016 № 1413-ст.

6. Анализ и улучшение качества природных вод. В 2-х частях. Часть 1. Анализ и оценка качества природных вод: Учебное пособие / Зарубина Р.Ф., Копылова Ю.Г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 168 с.

7. Э. И. Галева, К. В. Холин, Е. С. Нефедьев. Возможности атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой»// УДК 543.423.1.

8. «ГОСТ Р 57164-2016. Национальный стандарт РФ. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности», утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 17.10.2016 № 1412-ст.

9. «РД 52.24.496-2018. Руководящий документ. Методика измерений температуры, прозрачности и определение запаха воды», введен в действие Приказом Росгидромета от 02.07.2018 № 298.

10. «ГОСТ Р 58144-2018. Государственный стандарт Российской Федерации. Вода дистиллированная. Технические условия», утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 г. № 280-ст.