Научная статья
Original article
УДК 614.7:614.2

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВИЛЮЙСКОЙ ГРУППЫ УЛУСОВ

HYGIENIC ASSESSMENT OF SURFACE WATER SUPPLY SOURCES OF THE VILYUI GROUP OF ULUSOV

Портыненко Ольга Николаевна, магистр 2 года обучения ФГАОУ ВО «СВФУ имени М.К. Аммосова» Медицинский интитут. Кафедра общественного здоровья и здравоохранения, общей гигиены и биоэтики, Россия, г. Якутск

Portynenko Olga Nikolaevna, Master of 2 years of study of the Moscow State Medical University named after M.K. Ammosov Medical Institute. Department of Public Health and Public Health, General Hygiene and Bioethics, Russia, Yakutsk

Аннотация: Здоровье человека на прямую зависит от качества питьевой воды. В соответствиии с санитарными нормами и правилами в Российской Федерации существуют предельные концентрации вредных веществ в питьевой воде, которые не оказывают вредного воздействия на организм человека. В зависимости от своей природы, концентрации, времени действия на организм человека они могут вызывать различные неблагоприятные последствия. Реакции организма на загрязнения зависят от индивидуальных особенностей: возраста, пола, состояния здоровья.

По лабораторному мониторингу Федерального бюджетного учреждения здравоохранения качества питьевой воды «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Саха (Якутия)» основным загрязняющим фактором является железо. Железо относится к числу эссенциальных (жизненно важных) для человека микроэлементов, участвуя в процессах кроветворения, внутриклеточного обмена и регулирования окислительно-восстановительных процессов. Однако установлено, что больших количествах железо, как и любое другое химическое вещество, способно вызвать в организме человека нарушения и даже патологии.

Annotation: Human health directly depends on the quality of drinking water. In accordance with sanitary norms and regulations in the Russian Federation, there are limit concentrations of harmful substances in drinking water that do not have a harmful effect on the human body. Depending on their nature, concentration, time of action on the human body, they can cause various adverse effects. The body's reactions to pollution depend on individual characteristics: age, gender, health status.

According to laboratory monitoring of the Federal Budgetary Institution of Drinking Water Quality Health Care "Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Sakha (Yakutia)", the main polluting factor is iron. Iron is one of the essential (vital) trace elements for humans, participating in the processes of hematopoiesis, intracellular metabolism and regulation of redox processes. However, it has been established that large amounts of iron, like any other chemical substance, can cause disorders and even pathologies in the human body.

Ключевые слова: питьевая вода, поверхностные источники водоснабжения, предельно-допустимые концентрации, железо, река Вилюй, река Ирелях, река Малая Ботуобия.

Keywords: drinking water, surface water supply sources, maximum permissible concentrations, iron, Vilyu River, Irelyakh River, Malaya Botuobia River

Санитарная охрана водоемов является одной из наиболее важных гигиенических проблем. Её решение имеет основополагающее значение в обеспечении населения доброкачественной питьевой водой, что является необходимой мерой профилактики заболеваемости населения, связанной с водным фактором.

Антропогенное воздействие на водоемы, используемые в хозяйственно-питьевых целях, представляет реальную опасность, является причиной нарушения условий водопользования и, как следствие, приводит к увеличению заболеваемости.

Река Вилюй – левый приток Лены, второй по величине после реки Алдан. В настоящее время Вилюй транспортно обслуживает 6 экономических районов. В верхней и средней частях бассейна Вилюя ведется промышленная добыча алмазов (Нюрба, Сунтары), в среднем и нижнем (Вилюйск) течении имеются эффективные нефте-газоносные месторождения, часть из которых разрабатывается, а часть – намечена к разработке.

Основные производственные объекты алмазодобывающей промышленности находятся на бассейне реки Мархa притока реки Вилюя и на притоках самой реки Вилюй. Ведется добыча алмазов, газа и газоконденсата. В связи с этим происходит загрязнение поверхностных вод и качество воды реки Вилюй с каждым годом ухудшается, естественный процесс самоочищения не справляется.

Прорыв дамб дражных котлованов, произошедший в августе 2018 года, в результате которого была загрязнена речная сеть: река Ирелях, река Малая Ботуобуйа, р. Вилюй и р. Лена, привел к дефициту питьевой воды на продолжительное время в населенных пунктах, расположенных вдоль указанных рек. В зону загрязнения после аварийного прорыва дамб дражных котлованов месторождения «Иреляхская россыпь» Мирнинского ГОКа АК «АЛРОСА» (ПАО) подпали 29 населенных пунктов Мирнинского, Сунтарского, Нюрбинского, Верхневилюйского и Вилюйского улусов Республики Саха (Якутия), в которых проживает 55131 человек.

После аварии вода в р.Вилюй оценивалась как критически грязная, концентрации вышеуказанных показателей возросли в несколько десятков раз.

Вследствие употребления загрязненной воды и нарушения экосистемы долины реки Вилюй и ее притоков возможно накопление химических элементов в организме человека и в последующее развитие у населения сопутствующих заболеваний.

Основной целью является изучение качества воды поверхностных источников водоснабжения бассейна реки Вилюй.

Объект исследования. В качестве объекта исследования были выбраны поверхностные источники водоснабжения реки Вилюй Республики Саха (Якутия).

Предметом исследования явились параметры качества водных объектов и показатели здоровья населения в динамике за 7 лет (с 2015 г. по 2021 г.)

Вид исследования. Наблюдательный, по длительности обработки продольный. В исследовании проводиться сравнительная характеристика ретроспективных и проспективных данных.

Практическая значимость. Полученные результаты будут использованы в комплексе научных исследований экологического состояния Вилюйской группы улусов и здоровья населения, проживающего на данных территориях.

В рамках социально - гигиенического мониторинга по государственному заданию Управления Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия) испытательными лабораториями Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Саха (Якутия)» (далее ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РС(Я)») на протяжении многих лет проводится лабораторный мониторинг проб воды поверхностных водоемов Якутии на показатели безопасности. Приоритетными показателями санитарно-гигиенической безопасности водоисточников, расположенных вблизи промышленных предприятий, являются санитарно-химические показатели.

Исследований по всей длине изучаемых участков бассейна реки Вилюй (река Вилюй, река Ирелях, река Малая Ботуобия) качество речной воды характеризовалось высоким содержанием массовой концентрации железа.

С целью изучения содержания железа в воде по данным лабораторного мониторинга была проведена сводка и группировка данных и получены сводные характеристики:

В Мирнинском районе процент нестандартных проб из поверхностного водоисточника водоснабжения (река Ирелях) варьирует от 0% (2017 г.) до 22,22 % (2020 г.) (Таблица 1)

Таблица 1. Процент нестандартных проб из поверхностного водоисточника водоснабжения в Мирнинском районе

Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Ирелях	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Всего отобрано проб	76	83	99	75	9	9	15
из них не соответствует гигиеническим нормативам	4	2	0	5	2	2	2
% проб не соотвествующих требованиям гигиеническим нормативам	5,26%	2,41%	0,00%	6,67%	22,22 %	22,22 %	13,33 %

Описательные статистики вычислены с помощью встроенных функций электронных таблиц MS Excel 2016

При вычислении числа классов (интервалов значений) использовали классическую формулу Стёрджеса K=1+3,322*IgN

Показатели вариации:

Среднее значение – 0,48;

Стандартное отклонения выбоки – 0,35;

Медиана – 0,30;

Мода – 0,30;

Дисперсия выбоки – 0,12.

При анализе данных лабораторного исследования поверхностного источника водоснабжения проведена группировка данных:

Таблица 2. Фактическое значения содержания железа в воде

Фактическое значения содержания железа в воде мг/л	Число набл. в интервале
0,30	52
0,49	1
0,67	3
0,86	2
1,05	5
1,23	5
1,42	2
1,60	0
Еще	1

Коэффициент вариации 73 (выбока неоднородная по содержанию железа в пробах)

Рисунок 1. Распределение содержания железа



По построенной гистограмме можно утверждать, что распределение отличается от нормального (Рисунок 1).

В Мирнинском районе процент нестандартных проб из поверхностного водоисточника водоснабжения (река малая Ботуобия) варьирует от 0% (2015 г.) до 28,57 % (2020 г.) (Таблица 3)

Таблица 3. Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Малая Ботуобия

Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Малая Ботуобия	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Всего отобрано проб	4	2	2	42	44	49	28
из них не соответствует гигиеническим нормативам	0	0	0	4	10	14	5
% проб не соотвествующих требованиям гигиеническим нормативам	0,00%	0,00%	0,00%	9,52%	22,73 %	28,57%	17,86%

Описательные статистики вычислены с помощью встроенных функций электронных таблиц MS Excel 2016

При вычислении числа классов (интервалов значений) использовали классическую формулу Стёрджеса K=1+3,322*IgN

Показатели вариации:

Среднее значение – 1,37;

Стандартное отклонения выбоки – 0,74;

Медиана – 1,64;

Мода – 0,30;

Дисперсия выбоки – 0,54.

При анализе данных лабораторного исследования поверхностного источника водоснабжения проведена группировка данных:

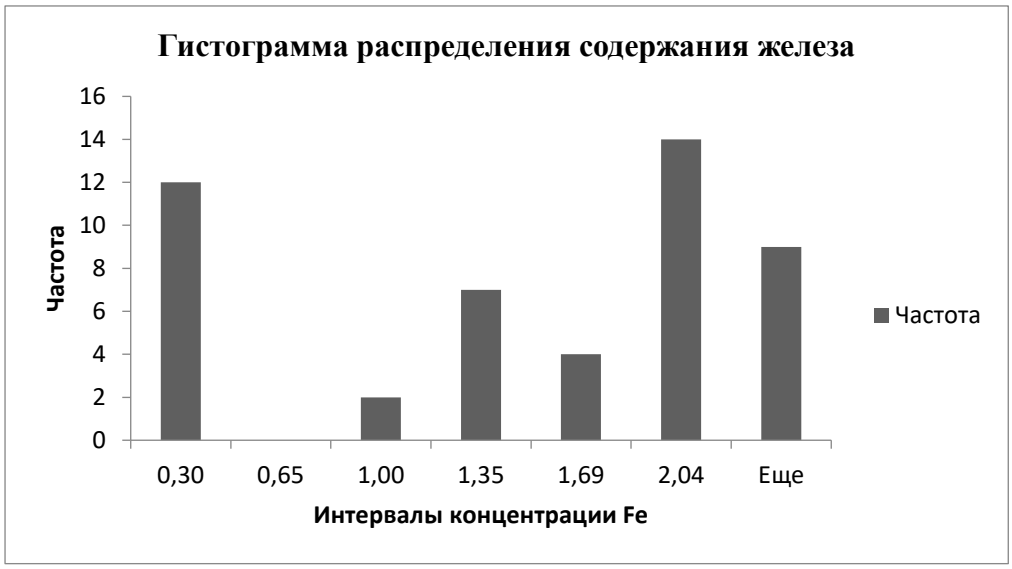
Таблица 4. Фактическое значения содержания железа вводе

Фактическое значения содержания железа вводе мг/л	Число набл. в интервале
0,30	12
0,65	0

1,00	2
1,35	7
1,69	4
2,04	14
Еще	9

Коэффициент вариации - 54 (выбрка неоднородная по содержанию железа в пробах)

Рисунок 2. Распределение содержания железа



По построенной гистограмме можно утверждать, что распределение отличается от нормального. (Рисунок 2)

В Вилюйском, Верхневилюйском районе процент нестандартных проб из поверхностного водоисточника водоснабжения (река Вилюй) варьирует от 0% (2017 г.) до 50 % (2021 г.) (Таблица 5)

Таблица 5. Верхневилюйский районы поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй

Вилюйский, Верхневилюйский районы поверхностный источник питьевого	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**

водоснабжения река Вилюй							
Всего отобрано проб	10	33	22	622	78	79	26
из них не соответствует гигиеническим нормативам	2	4	0	75	28	33	13
% проб не соотвествующих требованиям гигиеническим нормативам	20,00%	12,12%	0,00%	12,06%	35,90%	41,77%	50%

Описательные статистики вычислены с помощью встроенных функций электронных таблиц MS Excel 2016

При вычислении числа классов (интервалов значений) использовали классическую формулу Стёрджеса K=1+3,322*IgN

Показатели вариации:

Среднее значение – 1,31;

Стандартное отклонения выбоки – 1,13;

Медиана – 1,10;

Мода – 0,30;

Дисперсия выбоки – 1,27;

При анализе данных лабораторного исследования поверхностного источника водоснабжения проведена группировка данных:

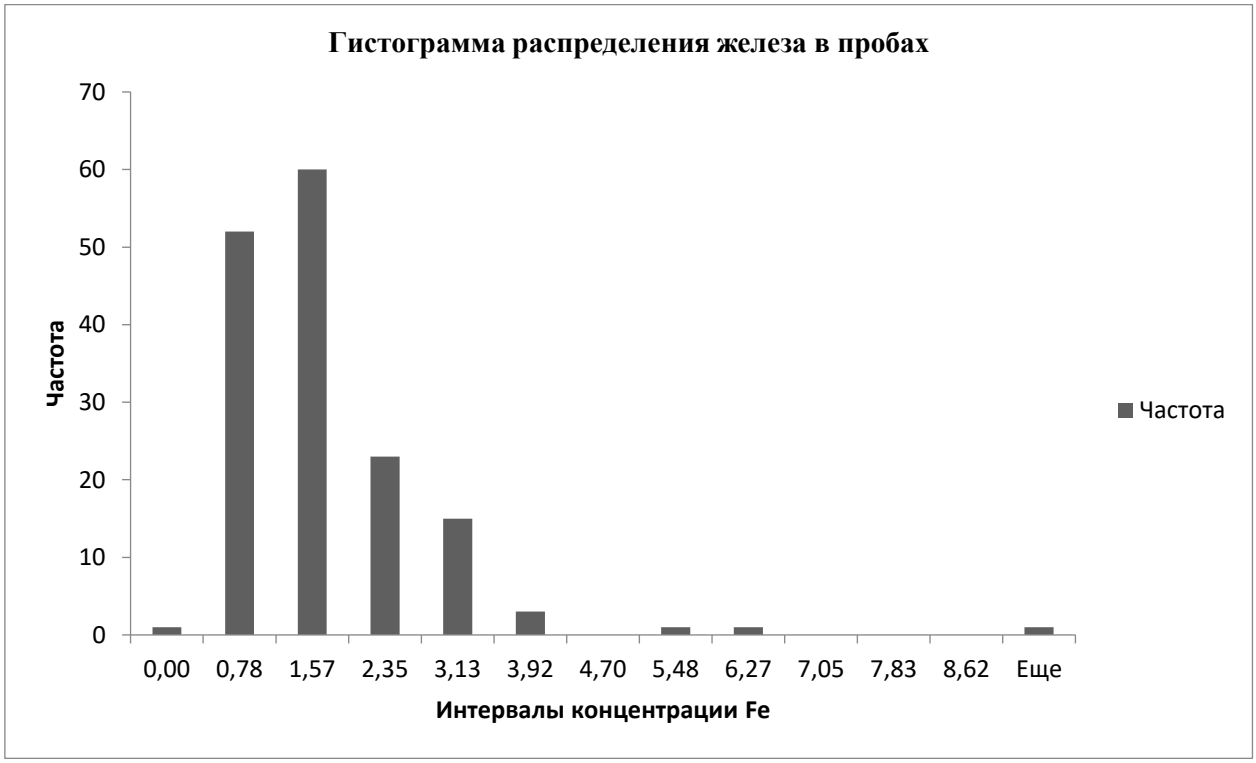
Таблица 6. Фактическое значения содержания железа в воде

Фактическое значения содержания железа в воде мг/л	Число набл. в интервале
0,00	1
0,78	52
1,57	60
2,35	23

3,13	15
3,92	3
4,70	0
5,48	1
6,27	1
7,05	0
7,83	0
8,62	0
Еще	1

Коэффициент вариации – 86,4 (выбока неоднородная по содержанию железа в пробах)

Рисунок 3. Распределение железа в пробах



По построенной гистограмме можно утверждать, что распределение отличается от нормального. (Рисунок 3)

В Сунтарском районе процент нестандартных проб из поверхностного водоисточника водоснабжения (река Вилюй) варьирует от 0% (2015 г.) до 56,10 % (2020 г.) (Таблица 7)

Таблица 7. Сунтарский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй

Сунтарский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Всего отобрано проб	99	24	130	112	91	41	75
из них не соответствует гигиеническим нормативам	0	0	0	2	10	23	30
% проб не соотвествующих требованиям гигиеническим нормативам	0,00%	0,00%	0,00%	1,79%	10,99%	56,10%	40,00%

Описательные статистики вычислены с помощью встроенных функций электронных таблиц MS Excel 2016

При вычислении числа классов (интервалов значений) использовали классическую формулу Стёрджеса K=1+3,322*IgN

Показатели вариации:

Среднее значение – 0,45;

Стандартное отклонения выбоки – 0,24;

Медиана – 0,30;

Мода – 0,30;

Дисперсия выбоки – 0,06.

При анализе данных лабораторного исследования поверхностного источника водоснабжения проведена группировка данных:

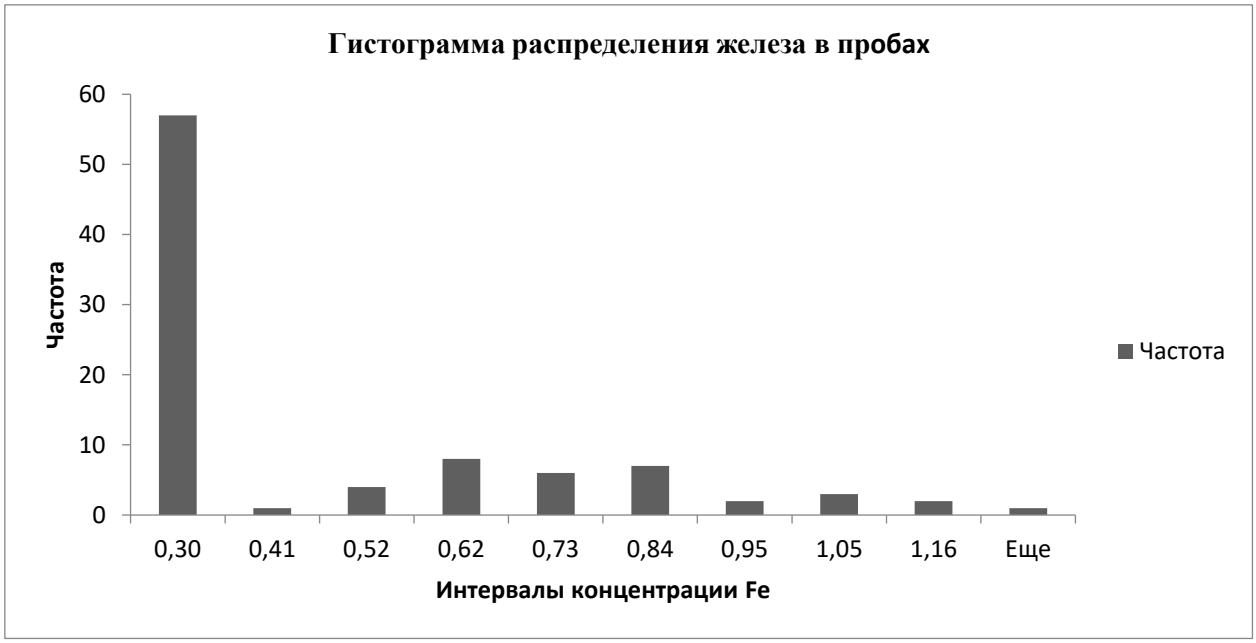
Таблица 8. Фактическое значения содержания железа вводе

Фактическое значения содержания железа вводе мг/л	Число набл. В интервале
0,30	57

0,41	1
0,52	4
0,62	8
0,73	6
0,84	7
0,95	2
1,05	3
1,16	2
Еще	1

Коэффициент вариации – 53,1 (выбока неоднородная по содержанию железа в пробах)

Рисунок 4. Распределение железа в пробах



По построенной гистограмме можно утверждать, что распределение отличается от нормального. (Рисунок 4)

В Нюрбинском районе процент нестандартных проб из поверхностного водоисточника водоснабжения (река Вилюй) варьирует от 0% (2015 г.) до 47,22 % (2019 г.) (Таблица 9)

Таблица 9. Нюрбинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй

Нюрбинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Всего отобрано проб	272	379	115	267	36	43	10
из них не соответствует гигиеническим нормативам	0	0	0	12	17	6	4
% проб не соотвествующих требованиям гигиеническим нормативам	0,00%	0,00%	0,00%	4,49%	47,22 %	13,95 %	40,00%

Описательные статистики вычислены с помощью встроенных функций электронных таблиц MS Excel 2016

При вычислении числа классов (интервалов значений) использовали классическую формулу Стёрджеса K=1+3,322*IgN

Показатели вариации:

Среднее значение – 0,71;

Стандартное отклонения выбоки – 1,13;

Медиана – 0,30;

Мода – 0,30;

Дисперсия выбоки – 1,27.

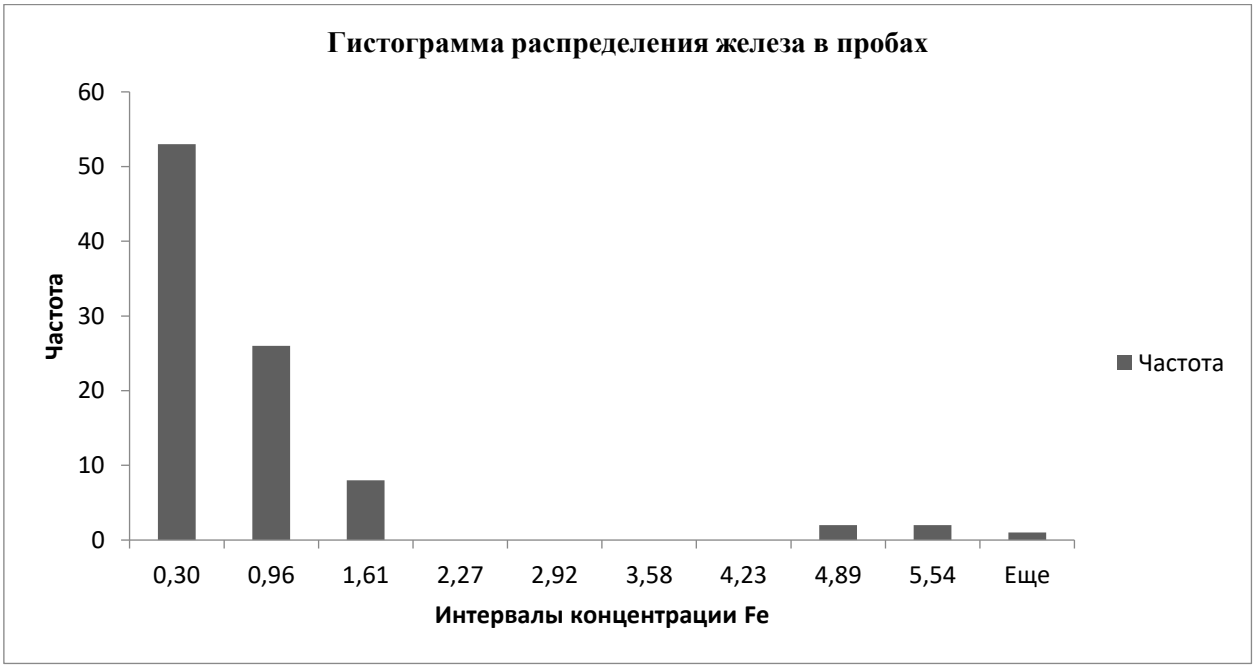
При анализе данных лабораторного исследования поверхностного источника водоснабжения проведена группировка данных:

Таблица 10. Фактическое значения содержания железа вводе

Фактическое значения содержания железа в воде мг/л	Число набл. в интервале
0,30	53
0,96	26
1,61	8
2,27	0
2,92	0
3,58	0
4,23	0
4,89	2
5,54	2
Еще	1

Коэффициент вариации – 158,2 (выбока неоднородная по содержанию железа в пробах)

Рисунок 5. Распределение железа в пробах



По построенной гистограмме можно утверждать, что распределение отличается от нормального. (Рисунок 5)

Для оценки взаимосвязи встречаемости железа до (2017 г.) и после (2019 год) аварийного прорыва дамб дражных котлованов месторождения «Иреляхская россыпь» Мирнинского ГОКа АК «АЛРОСА» (ПАО) был применен Критерий согласия Макнимара.

$$M_{эксп} = \frac{(B - C)^2}{B + C}$$

Для оценки различий частот мы принимаем доверительную вероятность 95%; уровень значимости < 0,05.

Критерием для проверки нулевой гипотизы является ХИ-квадрат Макнимара:

1. Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Ирелях

ХИфактическое=92,2

ХИтабличное=3,8

ХИфактическое>ХИтабличное, принимается гипотиза Н1 и признается статистическая значимость коэффициента ХИ-квадрат Макнимара

2. Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Малая Ботуобия

ХИфактическое=4,69

ХИтабличное=3,8

ХИфактическое>ХИтабличное, принимается гипотиза Н1и признается статистическая значимость коэффициента ХИ-квадрат Макнимара .

3. Вилюйский, Верхневилюйский районы поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй

ХИфактическое=3,56

ХИтабличное=3,8

ХИфактическое<ХИтабличное, принимается гипотиза Н0 связи нет .

4. Сунтарский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй

ХИфактическое=83,85

ХИтабличное=3,8

ХИфактическое>ХИтабличное, принимается гипотиза Н1и признается статистическая значимость коэффициента ХИ-квадрат Макнимара.

5. Нюрбинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй

ХИфактичесоке=51,17

ХИтабличное=3,8

ХИфактическое>ХИтабличное, принимается гипотиза Н1и признается статистическая значимость коэффициента ХИ-квадрат Макнимара.

6. Для оценки взаимосвязи встречаемости железа до (2017 г.) и после (2019 год) по всем территориям были взяты общие данные исследовании (Таблица 11):

Таблица 11. Общие данные исследования

Итог	**2017**	**2019**
Всего отобрано проб	368	220
из них не соответствует гигиеническим нормативам	17	88
% проб не соотвествующих требованиям гигиеническим нормативам	4,62%	40,00%

ХИфактическое=157,56

ХИтабличное=3,8

ХИфактическое>ХИтабличное, принимается гипотиза Н1и признается статистическая значимость коэффициента ХИ-квадрат Макнимара.

Для проверки гипотизы о достоверности разницы средних значении встречаемости железа до (2017 год) и после (2019 год) аварийного прорыва дамб дражных котлованов месторождения «Иреляхская россыпь»

Мирнинского горно-обогатительного комбината Акционерной компании «АЛРОСА» (Публичное акционерное общество) был применен t-критерия Стьюдента для связанных (парных) выборок.

Вычисление значения t осуществляется по формуле:

$$t_{эмп} = \frac{\bar{d}}{Sd}$$

де $d_i = x_i - y_i$ — разности между соответствующими значениями переменной X и переменной У, a и d - среднее этих разностей.

Число степеней свободы *k* определяется по формуле k=n-1.

Таблица 12. Результаты исследования

№ п/п	Точка отбора	tэмп	tкрит
1	Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Ирелях	3,64	2,78
2	Мирнинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Малая Ботуобия	11,49	2,57
3	Вилюйский, Верхневилюйский районы поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй	18,84	2,20
4	Сунтарский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй	10,14	2,20
5	Нюрбинский район поверхностный источник питьевого водоснабжения река Вилюй	8,1	2,20

Расчеты t-критерия Стьюдента показали что, tэмп> tкрит, в результате чего принимается гипотеза Н1 и с вероятностью 95% можно утверждать о статистической значимости различий между сравниваемыми показателями встречаемости железа до (2017 год) и после (2019 год) аварийного прорыва дамб дражных котлованов месторождения «Иреляхская россыпь»

Мирнинского горно-обогатительного комбината Акционерной компании «АЛРОСА» (Публичное акционерное общество)

Выводы

Территория Республики Саха (Якутия) характеризуется очень суровыми климатическими условиями: низкими температурами зимой и сравнительно высокими летом с большими годовыми амплитудами температур, достигающие рекордных значений.

Такая ситуация способствует очень высокому потенциалу загрязнения территории.

Длительное воздействие вредных веществ, являются основной причиной формирования экологически обусловленной заболеваемости у населения.

Анализ лабораторного мониторинга качества воды источников водоснабжения за 2015-2021 год показал, что качество воды после аварийного прорыва дамб дражных котлованов месторождения «Иреляхская россыпь» Мирнинского ГОКа АК «АЛРОСА» (ПАО) значительно ухудшело санитарное состояние рек и все эти факторы позволяют считать, что изучение влияния качества питьевой воды на показатели здоровья населения является актуальным и своевременным.

Литература:

1. Материалы к Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Саха (Якутия) за 2018-2021 г.;
2. Материалы к Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Саха (Якутия) за 2019 г.;
3. Материалы к Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Саха (Якутия) за 2020 г.;

4. Материалы к Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Саха (Якутия) за 2021 г.;
5. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды РС(Я) за 2018-2020 г.;
6. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды РС(Я) за 2019 г.;
7. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды РС(Я) за 2020 г.;
8. Учебно-методическое пособие «Биостатистика в примерах и задачах» Койчубеков Б.К., Сорокина М.А., Букеева А.С., Такуадина А.И. – Алматы, 2012 г.;
9. Протоколы лабораторных исследований Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Саха (Якутия)» за 2015-2021 года.

Literature:

1. Materials for the State Report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation" for the Republic of Sakha (Yakutia) for 2018-2021;
2. Materials for the State Report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation" for the Republic of Sakha (Yakutia) for 2019;
3. Materials for The State report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation" for the Republic of Sakha (Yakutia) for 2020;
4. Materials for the State Report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation" for the Republic of Sakha (Yakutia) for 2021;
5. State Report on the State and Environmental Protection of the RS (Ya) for 2018-2020;

6. State Report on the state and environmental protection of the RS (Ya) for 2019;
7. State report on the state and environmental protection of the RS(Ya) for 2020;
8. Training manual "Biostatistics in examples and tasks" Koichubekov B.K., Sorokina M.A., Bukeeva A.S., Takuadina A.I. - Almaty, 2012.;
9. Protocols of laboratory studies of the Federal Budgetary Healthcare Institution "Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Sakha (Yakutia)" for 2015-2021.

© Портыненко О.Н., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.

Для цитирования: Портыненко О.Н. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВИЛЮЙСКОЙ ГРУППЫ УЛУСОВ // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.