

Российская Федерация
Ямало-Ненецкий автономный округ
Государственное автономное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа
«Научный центр изучения Арктики»

ISSN 2587-6996 (печатное издание)
ISSN 2782-5442 (электронное издание)



№ 1 (118)

январь-март

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК Ямало-Ненецкого автономного округа

Scientific Bulletin
of the Yamal-Nenets
Autonomous District

Salekhard 2023

Научный журнал
Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа
Издается с 1999 года по инициативе Правительства Ямало-Ненецкого
автономного округа
В год 4 номера

Главный редактор

В.С. Исаев – канд. геол.-минерал. наук, Научный центр изучения Арктики (Салехард, Россия).

Редакционная коллегия:

Е.В. Абакумов – д-р биол. наук, профессор Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Россия);

Е.В. Агбалиян – д-р биол. наук (Тюмень, Россия);

В.Д. Богданов – д-р биол. наук, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург, Россия);

Ю.К. Васильчук – д-р геол.-минерал. наук, действительный член РАЕН, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

С.Н. Гашев – д-р биол. наук, профессор Тюменского государственного университета (Тюмень, Россия);

А.В. Головнев – д-р ист. наук, профессор, член-корреспондент РАН, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (Санкт-Петербург, Россия);

Е.И. Григорьева – д-р культурологии, профессор Российского государственного социального университета (Москва, Россия);

Е.В. Дзякович – д-р культурологии, профессор Российского государственного гуманитарного университета (Москва, Россия);

А.А. Егоров – канд. биол. наук, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет (Санкт-Петербург, Россия);

Б.Н. Зырянов – д-р мед. наук, профессор (Омск, Россия);

Н.Б. Кошкарева – д-р филол. наук, Институт филологии СО РАН (Новосибирск, Россия);

В.В. Кириллов – канд. биол. наук, Институт водных и экологических проблем СО РАН, (Барнаул, Россия);

Р.А. Колесников – канд. геогр. наук, Научный центр изучения Арктики, (Салехард, Россия);

И.А. Комаров – д-р геол.-минерал. наук, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

Ю.П. Курхинин – д-р биол. наук, профессор, Университет Хельсинки (Финляндия), Карельский научный центр РАН (Россия);

Е.Н. Моргун – канд. биол. наук, Научный центр изучения Арктики (Салехард, Россия);

Д.В. Московченко – д-р геогр. наук, Тюменский научный центр СО РАН (Тюмень, Россия);

А.С. Несмелая – канд. пед. наук, Научный центр изучения Арктики, (Салехард, Россия);

Д.А. Петрашова – канд. биол. наук, Кольский научный центр РАН (Апатиты, Россия);

А.Н. Пилясов – д-р геогр. наук, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

А.В. Соромотин – д-р биол. наук, профессор Тюменского государственного университета (Тюмень, Россия);

В.Е. Тумской – д-р геол.-минерал. наук, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (Якутск, Россия);

А.В. Хорошев – д-р геогр. наук, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

Л.Н. Хрусталев – д-р техн. наук, профессор, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

С.Р. Чалов – д-р геогр. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

Д.В. Черных – д-р геогр. наук, Институт водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул, Россия);

И.М. Чубаров – д-р филос. наук, Тюменский государственный университет (Тюмень, Россия);

Г.Ю. Ямских – д-р геогр. наук, профессор Сибирского федерального университета (Красноярск, Россия).

Редакция:

В.В. Пономарев – зам. главного редактора, Научный центр изучения Арктики;

Е.А. Сухова – корректор, Научный центр изучения Арктики.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Щев С.Д.

Анализ факторов, дестабилизирующих календарный график производства работ при строительстве в условиях Крайнего Севера (обзор) 6

Башкова А.А.

Проблемы строительства и эксплуатации зданий и сооружений в условиях деградации мерзлоты на территории Приуральяского района ЯНАО 25

Горбунова А.А.

Новый способ использования высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований одноэтажных зданий в условиях глобального потепления климата 38

ГЕОЭКОЛОГИЯ

**Красненко А.С., Печкин А.С., Колесников Р.А.,
Шинкарук Е.В., Ильясов Р.М.**

Гидролого-гидрохимическая и гидробиологическая характеристика озера Большое Хадата-Юган-Лор 56

ЭКОЛОГИЯ

Левых А.Ю., Курхинен Ю.П.

Международный научный онлайн-семинар «Актуальные вопросы изучения арктических и субарктических экосистем в условиях глобальных изменений природной среды и климата» 72

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Шорохова И.И., Зырянов Б.Н.

Терапевтическая служба в здравоохранении Тюменской области в период 1964-1990 гг., пути развития 84

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Зырянов Б.Н., Антонов О.В.

Иммунитет в патогенезе кариеса зубов при адаптации

подростков коренного и пришлого населения

на Крайнем Севере 103

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ,
МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ**

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 1. (118). С. 6-24.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. № 1. (118). P. 6-24.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Обзорная статья

УДК 624.05

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.001

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА (ОБЗОР)

Сергей Дмитриевич Щев

*Фонд жилищного строительства Ямало-Ненецкого автономного округа,
Салехард, Россия*

shchevsergei@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется влияние на организацию строительно-монтажных работ дестабилизирующих факторов, присущих районам Крайнего Севера, таких как температура наружного воздуха, несущая способность грунтов, доступность строительных материалов, транспортная доступность, обеспеченность трудовыми ресурсами. Определены благоприятные периоды времени года для производства строительно-монтажных работ в условиях Крайнего Севера на примере г. Салехарда. Выявлена необходимость совершенствования методов организации строительства и применения современных методик риск-менеджмента.

Ключевые слова: Крайний Север, Арктика, строительство, организация строительства, строительно-монтажные работы в зимних условиях.

Цитирование: Щев С.Д. Анализ факторов, дестабилизирующих календарный график производства работ при строительстве в условиях Крайнего Севера (обзор). // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 6–24. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.001.

Original article

ANALYSIS OF FACTORS DESTABILIZING THE CALENDAR SCHEDULE OF WORK DURING CONSTRUCTION IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH (REVIEW)

Sergey D. Shchev

*Housing Construction Fund of Yamalo-Nenets Autonomous District,
Salekhard, Russia*

shchevsergei@mail.ru

Abstract. The article analyzes the influence of destabilizing factors inherent in the regions of the Far North on the organization of construction and installation works, such as outdoor air temperature, bearing capacity of soils, availability of building materials, transport accessibility, availability of labor resources. Favorable periods of the year for the production of construction and installation works in the conditions of the Far North are determined by the example of the city of Salekhard. The necessity of improving the methods of organizing construction and applying modern methods of risk management has been identified.

Keywords: Far North, Arctic, construction, organization of construction, construction and installation work in winter conditions.

Citation: S.D. Shchev. Analysis of factors destabilizing the calendar schedule of work during construction in the conditions of the Far North (review) // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. P. 6–24. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.001.

Введение

Комплексное развитие районов Крайнего Севера является одним из важнейших направлений экономического развития Российской Федерации в современных внешнеполитических условиях. Условием для своевременного ввода объектов капитального строительства в эксплуатацию и соблюдения исходных технико-экономических показателей объектов капитального строительства является качественная организация строительства, учитывающая характерные особенности районов Крайнего Севера.

Значительной долей капитального строительства на территории

районов Крайнего Севера являются объекты социальной инфраструктуры, а именно многоквартирные жилые дома для расселения ветхого и аварийного жилищного фонда, детские сады, школы, кванториумы. Своевременная реализация проектов по строительству социальной инфраструктуры является одним из важнейших условий дальнейшего экономического развития районов Крайнего Севера.

Практический опыт показывает, что в запланированные сроки вводится не более 75% объектов капитального строительства. Например, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа введено в эксплуатацию:

- в 2019 году – 58 000 м² жилых помещений из 88000 м² запланированных;
- в 2020 году – 82 900 м² жилых помещений из 144 000 м² запланированных;
- в 2021 году – 77 200 м² жилых помещений из 114 000 м² запланированных.

Основными причинами несвоевременного ввода объектов капитального строительства в эксплуатацию, за исключением сложной экономической, эпидемиологической и геополитической ситуации, являются применение подхода к организации строительного производства, не учитывающего влияния дестабилизирующих факторов, присущих районам Крайнего Севера, а также сложность принятия управленческих решений в условиях риска и неопределенности.

К основным дестабилизирующим факторам, характерным для районов Крайнего Севера, являются: температура наружного воздуха, несущая способность грунтов, доступность строительных материалов, транспортная доступность, обеспеченность трудовыми ресурсами.

Температурные ограничения

Температурные ограничения при строительстве в районах Крайнего Севера обусловлены низкими температурами в зимний период и значительной продолжительностью данного периода.

Дальнейшее рассмотрение влияния температурного режима произведено на примере г. Салехарда Ямало-Ненецкого автономного округа.

В целях определения распределения в течение года величины среднесуточной температуры воздуха на территории г. Салехарда, проанализирован массив данных по основным метеорологическим параметрам на территории в период с 2017 г. по 2021 г. включительно, размещенный на официальном сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [1]. На основании проанализированных данных подготовлен представлен-

ный на рисунке 1 график распределения среднесуточных значений температуры наружного воздуха на территории г. Салехарда, который отражает максимальные (t_{\max}) и минимальные (t_{\min}) среднесуточные температуры наружного воздуха, зафиксированные на ту или иную календарную дату в период с 2017 г. по 2021 г. включительно. Из графика на рисунке 1 видно, что территория г. Салехарда характеризуется продолжительным периодом преобладания устойчивых отрицательных температур.

Температура наружного воздуха влияет на технологию производства строительного-монтажных работ, таких как бетонирование монолитных конструкций, замоноличивание монтажных стыков железобетонных элементов конструкции, кладка каменных конструкций, отделочные работы, земляные работы, сварочные работы.

Рассматривая влияние температуры на технологию строительного-монтажных работ в разрезе положительных температур, можно сказать, что на территории г. Салехарда ограничений, обусловленных повышенными температурами, не ожидается, поскольку из графика на рисунке 1 видно, что превышение температуры 20°C носит единичный характер. При температуре наружного воздуха $18-20^{\circ}\text{C}$ обеспечивается наиболее эффективный ход гидратации при твердении цементного раствора [2]. Дальнейший анализ влияния температурных ограничений на производство строительного-монтажных работ выполнен в разрезе отрицательных температур.

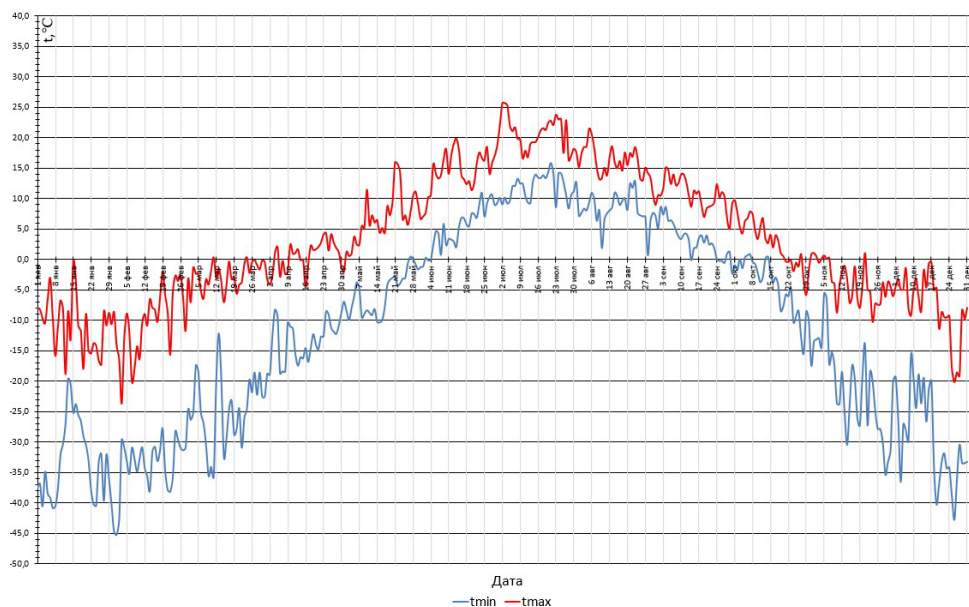


Рис. 1. График распределения максимальных и минимальных среднесуточных значений температуры наружного воздуха на территории г. Салехарда в период с 2017 г. по 2021 г. включительно

Производство строительно-монтажных работ в зимних условиях влияет на такие технико-экономические показатели, как продолжительность и трудоемкость строительства, стоимость производства работ, чистый доход и период окупаемости. Поэтому на этапе проектной подготовки инвестиционно-строительного проекта в целях определения наиболее благоприятного периода для производства тех или иных видов строительно-монтажных работ и достижения требуемых технико-экономических параметров необходимо понимание ожидаемого календарного срока наступления зимних условий.

Производством работ в зимних условиях является осуществление работ при следующих температурах наружного воздуха:

- среднесуточная температура ниже 5°C ;
- минимальная суточная температура ниже 0°C .

В целях определения наиболее благоприятного периода для производства строительно-монтажных работ определенного вида рассчитаны среднестатистические значения среднесуточной температуры на территории г. Салехарда в период с 2017 г. по 2021 г. включительно, график распределения которых по времени представлен на рисунке 2.

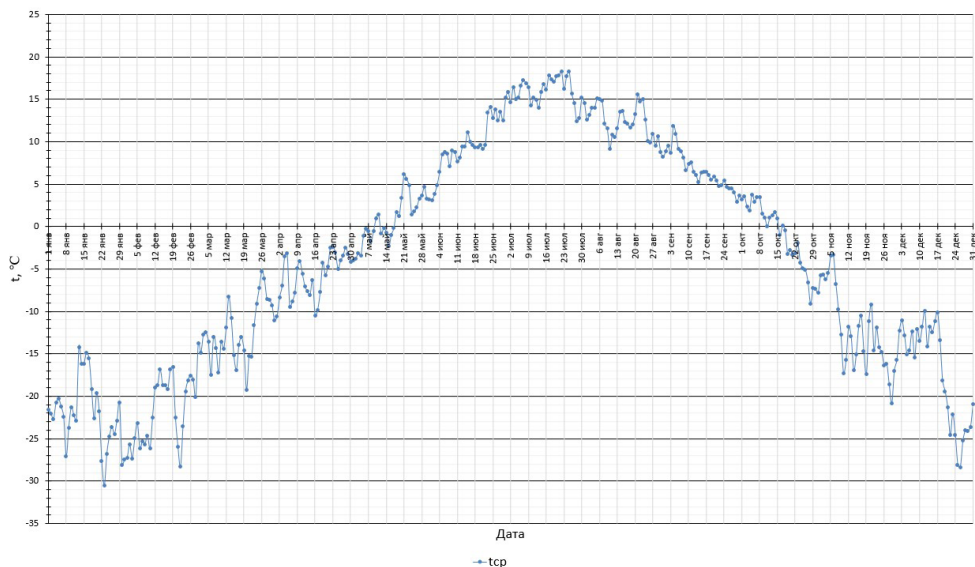


Рис. 2. График распределения среднестатистических значений среднесуточной температуры наружного воздуха на территории г. Салехарда в период с 2017 по 2021 г.

При температуре $18-20^{\circ}\text{C}$, обеспечивающей эффективный ход гидратации при твердении цементного раствора, период набора 70% проектной прочности бетона, что в большинстве случаев является условием для рас-

палубки бетонируемой конструкции и принятия решения о возможности дальнейшего нагружения конструкции, длится порядка 7 дней. Отклонение температуры наружного воздуха от 18–20°C как в сторону повышения, так и снижения температуры, влияет на период набора безопасной и полной прочности бетона, что отражено в матрице распределения времени набора прочности бетона в зависимости от температуры наружного воздуха, изображенной на рисунке 3.

Марка бетона М200 – М300 (раствор замешан на портландцементе М400 – М500)	Среднесуточная внешняя температура для бетона, град. Цельсия	Интервал твердения, сутки							
		1	2	3	5	7	14	28	
		Прочность бетона на сжатие (процент от марочной величины)							
	- 3	3	6	8	12	15	20	25	
	0	5	12	18	28	35	50	65	
	+ 5	9	19	27	38	48	62	77	
	+ 10	12	25	37	50	58	72	85	
	+ 20	23	40	50	65	75	90	100	
	+ 30	35	55	65	80	90	100	-	

- нормативно-безопасная прочность бетона на определенные сутки твердения,
- безопасная прочность бетона на определенные сутки твердения,
- полная прочность бетона на определенные сутки твердения

Рис. 3. Матрица распределения времени набора прочности бетона в зависимости от температуры наружного воздуха [2]

Из матрицы видно, что при снижении температуры наружного воздуха до 10°C и 5°C время набора бетоном безопасной прочности увеличивается до 14 и 28 суток соответственно. На основании изложенного следует вывод, что температура наружного воздуха способна значительно увеличить сроки реализации инвестиционно-строительного проекта.

При температуре наружного воздуха ниже 5°C прочность бетона, обеспечивающая безопасность бетонируемой конструкции, как видно из матрицы, не набирается. При производстве работ в зимних условиях для обеспечения набора необходимой прочности бетоном в соответствии с СП 70.13330.2012 применяются различные способы выдерживания уложенного бетона: способом термоса, с применением противоморозных добавок, с электротермообработкой бетона, с обогревом бетона горячим воздухом в тепляках.

При применении способа термоса разогретая до температуры от 5°C до 10°C бетонная смесь укладывается в термоизолированную опалубку. Способ термоса применим при температурах до минус 15°C с применением противоморозных добавок или до минус 20°C при бетонировании массивных конструкций [3].

При более низких температурах, до минус 40°C, применяется электротермообработка бетона методами:

- электропрогрева путем пропускания через заложенные в бетон электроды тока;
- электрообогрева заложенными в контактирующих с бетоном поверхностях (опалубка, греющие маты и одеяла) электронагревателями;
- индукционным методом за счет нагрева заложенной в бетон арматуры в результате воздействия электрического поля переменного тока от катушки-индуктора [3].

Применение обогрева бетона горячим воздухом целесообразно в замкнутых пространствах, поэтому такой метод применяют для обогрева монолитных перекрытий, внутренних стен и перегородок [3].

Помимо применения различных способов выдерживания уложенного бетона при производстве бетонных работ в зимнее время необходимо выполнять следующие условия:

- приготовление бетонной смеси с температурой, определенной расчетом, путем обогрева компонентов смеси и используемого технологического оборудования;
- увеличение продолжительности перемешивания бетонной смеси на 25% по сравнению с летними условиями;
- обогрев бетонной смеси при ее транспортировании в целях поддержания необходимой температуры смеси при ее укладке;
- применение методов бетонирования, исключающих замерзание бетонной смеси при ее контакте с основанием;
- паро- и термоизоляция неопалубленных поверхностей по окончании бетонирования;
- утепление выпусков арматуры на высоте не менее 0,5 м;
- отслеживание температуры уложенной смеси и фиксация показаний в специальном журнале [3].

Соблюдение условий набора прочности бетоном в зимних условиях требует значительных физических и материальных затрат, следовательно, повышает трудоемкость и стоимость работ. Наиболее простым и экономически выгодным методом бетонирования в зимних условиях является способ термоса [4].

Из графика распределения среднестатистических значений среднесуточной температуры на территории г. Салехарда, изображенного на рисунке 2, видно, что производство бетонных работ в летних условиях без применения дополнительных материальных и физических затрат возможно лишь в период с 23 мая по 24 сентября.

На основании матрицы распределения времени набора прочности бетона в зависимости от температуры наружного воздуха и графика распределения среднестатистических значений среднесуточной температуры на территории г. Салехарда подготовлена таблица 1, отражающая режим набора безопасной прочности бетона в летних условиях на территории г. Салехарда.

Таблица 1. Режим набора безопасной прочности бетона в летних условиях на территории г. Салехарда

Период времени	Температура наружного воздуха	Время набора безопасной прочности
03.06 – 22.06	от 5°C до 10°C	до 28 дней
23.06 – 30.06	от 10°C до 15°C	до 14 дней
01.07 – 27.07	от 15°C до 18°C	до 7 дней
28.07 – 28.08	от 10°C до 15°C	до 14 дней
29.08 – 22.09	от 5°C до 10°C	до 28 дней

Таким образом, при календарном планировании инвестиционно-строительного проекта необходимо учитывать ожидаемую температуру наружного воздуха для распределения бетонных работ в наиболее благоприятный период.

Основными бетонными работами при капитальном строительстве в условиях Крайнего Севера являются бетонирование свайного ростверка, бетонирование монолитной плиты проветриваемого подполья, бетонирование монолитных участков межэтажных перекрытий, бетонирование монолитных поясов, замоноличивание монтажных стыков.

Исходя из условий гидратации цементного раствора производство строительного-монтажных работ в зимних условиях влияет также на процессы кладки каменных конструкций. Каменные конструкции при производстве работ в зимних условиях допускается возводить следующими способами:

- с противоморозными добавками;
- на обыкновенных растворах с последующим прогревом;
- способом замораживания при условии обеспечения достаточной несущей способности конструкций в период оттаивания [3].

При производстве кладки без применения противоморозных добавок с дальнейшим обогревом кладки для набора раствором необходимой прочности по мере снижения температуры наружного воздуха значительно возрастают затраты на прогрев кладки. Такую кладку, исходя из условий наименьших энергетических затрат при минимальном периоде обогрева, целесообразно применять при производстве кладочных работ внутренних стен и перегородок после закрытия теплового контура объекта, что позволяет осуществлять двусторонний обогрев конструкции.

При кладке способом замораживания растворов необходимо соблюдать следующие требования:

- температура раствора должна соответствовать температуре, определенной проектом производства работ или технологической картой для конкретных условий производства работ;

- работы необходимо выполнять на всей захватке одновременно;
- во избежание замерзания раствора его следует укладывать не более чем на два смежных кирпича при выполнении версты и не более чем на 6-8 кирпичей при выполнении забутовки;
- приготовленный раствор не должен находиться на рабочем месте каменщика более 40 минут. Ящик для раствора необходимо утеплять или подогревать [3].

Немаловажной частью осуществления кладки методом замораживания является соблюдение требований оттаивания кладки для обеспечения безопасной прочности конструкции. Перед оттаиванием кладки необходимо разгрузить несущие каменные конструкции, предусмотреть временные крепления и усилить напряженные участки конструкции, снять с конструкций все не предусмотренные проектом нагрузки, такие как строительный материал, мусор и т.п. [3].

Таким образом, кладка строительных конструкций в зимних условиях требует не только дополнительных затрат энергии, но и высокой квалификации производственного персонала и качественной организационно-технической документации, что в совокупности обеспечивает соблюдение условий безопасности конструкции при ее оттаивании.

Производство сварочных работ в зимних условиях влечет за собой увеличение энергопотребления и возможное снижение прочности свариваемой конструкции. При температуре окружающего воздуха ниже минус 10°C необходимо иметь вблизи рабочего места сварщика инвентарное помещение для обогрева, при температуре ниже минус 40°C – оборудовать тепляк.

Исходя из требований СП 70.13330.2012 к производству сварочных работ стальных конструкций следует, что в зависимости от толщины свариваемых элементов и типа свариваемых конструкций без предварительного подогрева допускается производить работы:

- при сварке углеродистых сталей – не ниже температуры окружающего воздуха от минус 10°C до минус 30°C.
- при сварке низколегированных сталей – не ниже температуры окружающего воздуха от 5°C до минус 20°C [3].

В случае, если производство сварочных работ необходимо производить при температурах, ниже минимально допустимых, необходимо осуществлять местный прогрев конструкции в соответствии с требованиями технологической карты на производство сварочных работ в зимних условиях.

Таким образом, производство сварочных работ при отрицательных температурах требует увеличения затрат энергии, применения соответствующих методов производства работ, а также повышает риск снижения несущей способности сварного шва.

Отделочные работы при температуре наружного воздуха ниже 5°C осуществляются с применением противоморозных и специальных материалов. Температура оштукатуриваемой или шпатлюемой поверхности должна находиться в пределах от 5°C до 30°C. При температуре поверхности ниже 5°C следует осуществлять обогрев поверхности [3].

Работы по оштукатуриванию внутренних поверхностей осуществляются при температуре воздуха в помещении 10°C и выше. Температура раствора в момент его нанесения на оштукатуриваемую поверхность должна быть не ниже 8°C. Работы по оштукатуриванию внутренних поверхностей следует осуществлять при наличии центрального отопления или временных нагревательных приборов [6].

При осуществлении внутренних облицовочных работ температура облицовываемой поверхности должна быть не ниже 5°C. Растворы, клеи, мастики должны иметь температуру не ниже 15°C. В течение 15 суток после завершения отделочных работ необходимо поддерживать в помещении температуру не ниже 10°C. Работы по облицовке наружных поверхностей в зимних условиях осуществлять не рекомендуется [6].

Работы по отделке поверхностей с применением малярных растворов и рулонных материалов в зимних условиях осуществляются только в утепленных и отапливаемых помещениях. Поверхности, на которых осуществляется отделка, должны быть сухими и прогретыми. Малярные растворы необходимо нагреть до температуры не менее 15°C. После завершения работ по окраске поверхностей температуру в помещении необходимо сохранять не менее 3 суток. Окраска наружных поверхностей в зимних условиях осуществляется с применением специализированных материалов [6].

Производство земляных работ, таких как разработка котлована для монтажа фундамента здания, бурение лидерных скважин, зачастую целесообразно выполнять в короткий летний период, когда появляются наиболее благоприятные условия для производства бетонных работ. Земляные работы по разработке траншей и котлованов для монтажа инженерных сетей, емкостей-накопителей не всегда возможно осуществить в летний период, поскольку расположение таких объектов пересекается с временными зданиями и сооружениями, башенными кранами, площадками складирования материалов, изменить расположение которых невозможно при производстве работ на небольших земельных участках в стесненных городских условиях. Учитывая изложенное, возникает необходимость производства земляных работ в зимних условиях, что накладывает определенные ограничения на технологию производства работ. Перед разработкой мерзлого грунта необходимо произвести специальные мероприятия по подготовке грунта, позволяющие облегчить производство работ.

Применяют следующие методы производства земляных работ в зимних условиях:

- защита грунта от промерзания;
- предварительное рыхление грунта с последующей обработкой обычными методами;
- непосредственная разработка мерзлого грунта;
- предварительное оттаивание грунта с последующей обработкой обычными методами.

Применение того или иного метода производства земляных работ в зимних условиях влечет за собой использование специальных теплоизоляционных материалов, специализированной техники, дополнительных энергозатрат и увеличение операционного времени производства работ.

Несущая способность грунтов

Территории Крайнего Севера характеризуются наличием многолетнемерзлых грунтов. В большинстве своем грунты относятся к твердомерзлым или пластичномерзлым.

При проектировании объектов капитального строительства в условиях криолитозоны, исходя из геокриологических условий и результатов сравнительных технико-экономических расчетов, чаще всего применяется I принцип использования грунтов в качестве основания здания, подразумевающий использование многолетнемерзлого грунта в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения или с допущением их промораживания в период строительства и эксплуатации.

При строительстве на пластичномерзлых грунтах следует предусматривать мероприятия по понижению температуры грунтов до установленных расчетом значений. Сохранение грунтов в мерзлом состоянии осуществляется устройством вентилируемых подполий и холодных первых этажей, укладкой в основание здания вентилируемых труб, каналов или применение вентилируемых фундаментов, а также установкой сезонно действующих охлаждающих устройств (СОУ).

На практике чаще всего используется устройство проветриваемого подполья с установкой СОУ, что позволяет повысить несущую способность грунтов и восстановить нарушенный при строительстве и эксплуатации тепловой режим грунта.

В процессе архитектурно-строительного проектирования на основании расчетной нагрузки проектируемого объекта, воспринимаемой грунтовым основанием, и несущей способности грунта, определяемой на основании инженерно-геокриологических изысканий и испытания свай, рассчитывается необходимая температура грунта по глубине заложения

свай, позволяющая обеспечить необходимую несущую способность грунта для проектируемой нагрузки.

В период проведения строительного-монтажных работ и эксплуатации объекта капитального строительства на вечномёрзлых грунтах следует проводить геотехнический мониторинг, который заключается в ежемесячном геодезическом контроле осадок фундаментов, ежемесячном определении температуры грунта и ежегодном определении уровня грунтовых вод.

Согласно рекомендациям СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» следует предусматривать предварительное охлаждение грунтов до начала возведения объекта капитального строительства. Такой подход подразумевает под собой устройство свайного поля и монтаж сезонно-действующих охлаждающих устройств с последующим технологическим перерывом не менее одного периода отрицательных температур [7].

Расчетная температура грунта, определяемая на стадии архитектурно-строительного проектирования, подразумевает приведение на основании полной проектной нагрузки. В целях сокращения сроков строительства, а именно периода с момента выхода на строительную площадку до ввода объекта в эксплуатацию, строительные-монтажные работы по возведению здания начинаются сразу после монтажа сезоннодействующих охлаждающих устройств и монтажа сети геотехнического мониторинга, поскольку до момента завершения первого периода отрицательных температур на основании объекта будет передана лишь часть проектной нагрузки.

При использовании такого подхода возникают риски возникновения вынужденной приостановки работ из-за неспособности грунта в промежуточном возрасте охлаждения выдержать передаваемую на него нагрузку без превышения допустимых величин осадок и нарушения безопасности конструкции. По результатам ежемесячного геотехнического мониторинга квалифицированными специалистами определяется возможность дальнейшего производства строительного-монтажных работ.

На строительной площадке объекта капитального строительства на территории Ямало-Ненецкого автономного округа по результатам геотехнического мониторинга состояния грунтов выявлено, что температура грунта, график изменения которой отражен на рисунке 4, на момент проведения геотехнического мониторинга достигла тех значений, которые позволяют передать на основание нагрузку только от конструкции железобетонного каркаса, кладки наружных стен из газобетонного блока и конструкции кровли. Производство последующих работ запрещено организацией, осуществившей разработку проектной документации.

Таким образом, несущая способность грунта при осуществлении строительного-монтажных работ в условиях Крайнего Севера оказывает значительное влияние на сроки реализации инвестиционно-строительного

проекта, вплоть до приостановки всех работ по возведению сооружения на строительной площадке.

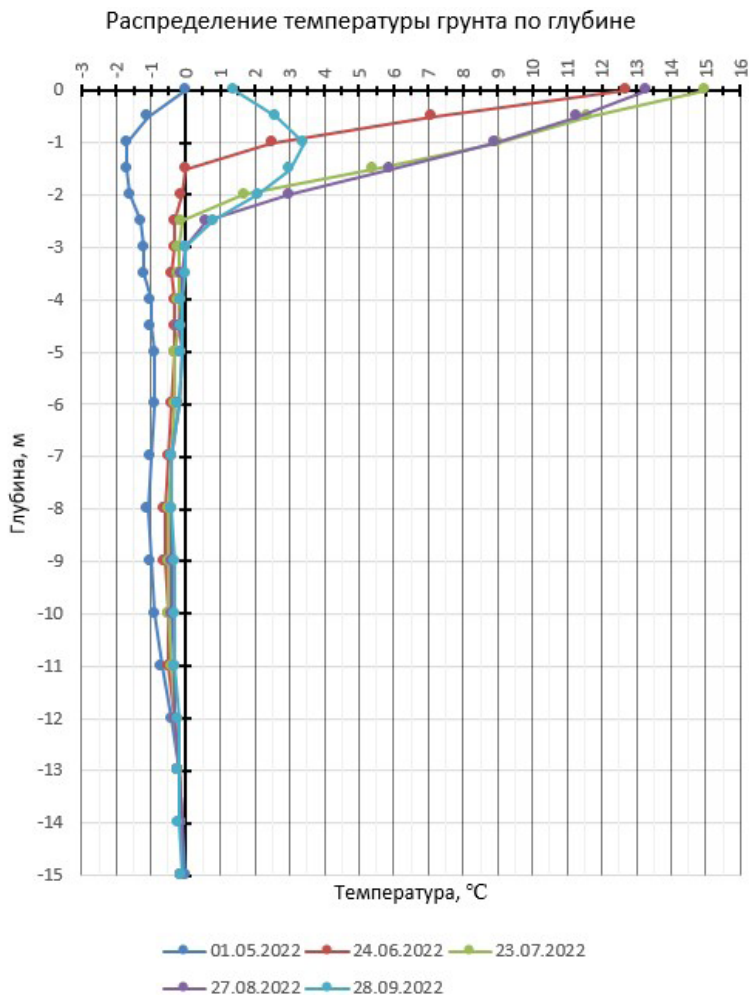


Рис. 4. График распределения температуры грунта

Помимо продолжительности производства работ наличие вечномерзлых грунтов влияет на проектные решения из-за ограничений по прокладке сетей теплоснабжения. При подземной прокладке необходимо осуществлять прокладку сетей теплоснабжения в проветриваемых каналах с искусственной или естественной вентиляцией, замену грунта в основании каналов и тоннелей на непроедающий, обеспечивать водонепроницаемость каналов и тоннелей, удаление случайных и аварийных вод из каналов и тоннелей. В целях исключения растепления грунтов основания объекта капитального строительства необходимо выдерживать

нормативные расстояния до фундаментов зданий и сооружений при прокладке тепловых магистральных сетей, что значительно осложняет процесс проектирования объекта в стесненных условиях городской среды [8].

Транспортная доступность

Районы Крайнего Севера, в особенности удаленные от районных центров муниципальные образования, характеризуются слабо развитой транспортной инфраструктурой.

Транспортная инфраструктура Арктической зоны состоит из трубопроводного, водного, автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта [9]. На рисунке 5 изображена карта путей сообщения и основных транспортных узлов районов Крайнего Севера.

Из карты, отраженной на рисунке 5, видно, что восточная часть районов Крайнего Севера представлена водным и автомобильным транспортом, а западная часть в свою очередь представлена преимущественно водным и железнодорожным транспортом. Значительная часть автомобильного транспортного пути представлена временными автомобильными дорогами — зимниками, устройство которых осуществляется на период отрицательных температур.



Рис. 5. Карта путей сообщения и основных транспортных узлов районов Крайнего Севера [9]

Характер развития транспортной инфраструктуры при реализации инвестиционно-строительного проекта в большей степени оказывает влияние на доставку строительных материалов и конструкций на строительную площадку.

Водные транспортные пути занимают значительную часть протяженности всей транспортной системы районов Крайнего Севера Российской Федерации, что отражено на карте. Использование речного водного транспорта ограничивается периодом его эксплуатации вследствие появления льда на речных транспортных путях. Ледостав в районах Крайнего Севера начинается в ноябре, а ледоход — в мае.

Доступность строительных материалов

Районы Крайнего Севера характеризуются малой доступностью строительных материалов и конструкций. На территории Российской Федерации предприятия, осуществляющие деятельность в сфере промышленности строительных материалов, преимущественно располагаются в южных регионах Урала и Сибири. Связано это с доступностью сырьевой базы, благоприятными условиями обработки исходного сырья и наличием развитой транспортной инфраструктуры.

Перечень строительных материалов собственного производства территории Ямало-Ненецкого автономного округа ограничивается песком и в отдельных муниципальных образованиях асфальтом из привозного сырья. Необходимые для строительства материалы и конструкции доставляются из других регионов Российской Федерации.

Рассматривая насыщение строительной площадки в г. Салехарде строительными материалами и конструкциями, можно выделить основные регионы-поставщики — Московская область, Челябинская область, Свердловская область, Омская область.

Необходимость обеспечения строительной площадки привозными материалами в совокупности с ограниченным по времени строительным сезоном и слабо развитой транспортной инфраструктурой накладывают на организацию строительства определенные ограничения.

Исходя из того, что большая часть строительных материалов доставляется на строительную площадку исключительно водным транспортом или сочетанием водного транспорта с железнодорожным/ автомобильным транспортом, период завоза строительных материалов ограничивается погодными условиями. Наиболее благоприятный период завоза строительных материалов с июня по сентябрь.

В связи с тем, что в течение 3-4 месяцев необходимо обеспечить строительную площадку объемом строительного материала для производства строительно-монтажных работ в течение года, возникает необходимость обустройства значительных по площади мест складирования материала. При осуществлении строительства в стесненных городских условиях территория строительной площадки зачастую не позволяет обеспечить хранение необходимого объема строительных материалов. Необходимо

предусматривать аренду дополнительных земельных участков для обустройства мест складирования, обеспеченных условиями для складирования материалов с особыми требованиями хранения.

Таким образом, отсутствие собственного производства на территории районов Крайнего Севера влечет за собой значительные издержки на доставку и хранение материалов и конструкций, что значительно влияет на инвестиционную привлекательность строительства в условиях Крайнего Севера. Ограниченный период завоза строительных материалов требует качественной проработки графика поставки материалов на этапе проектной подготовки.

Обеспеченность трудовыми ресурсами

Для достижения целей архитектурно-строительного проекта в условиях Крайнего Севера необходимо задействовать высококвалифицированный инженерно-технический и рабочий персонал.

Территории районов Крайнего Севера характеризуются высоким уровнем дефицита кадров всех областей экономики, в том числе и строительной промышленности. Дефицит кадров обусловлен оттоком трудоспособного населения из-за сложных климатических условий и слабо развитой социальной инфраструктуры.

Ввиду отсутствия достаточного объема собственных трудовых ресурсов в районах Крайнего Севера организация строительного производства осуществляется вахтовым методом.

К преимуществам вахтового метода организации работ можно отнести максимальное использование рабочего времени во время проведения работ, минимальные затраты на заработную плату во время вынужденных простоев; большой фонд рабочего времени [10].

К недостаткам вахтового метода организации работ относятся дополнительные затраты на проживание рабочих и невысокая привлекательность для квалифицированных специалистов [10].

Таким образом, дефицит кадров на территории районов Крайнего Севера компенсируется кадровыми ресурсами из других регионов Российской Федерации при вахтовом методе организации труда, но при этом не решается проблема отсутствия достаточного количества высококвалифицированных сотрудников, способных осуществлять работы на необходимом уровне качества и своевременности.

Заключение

По результатам проведенного анализа влияния дестабилизирующих факторов, присущих районам Крайнего Севера, на реализацию инвести-

ционно-строительного проекта следуют выводы:

1. При осуществлении строительства в районах Крайнего Севера значительно возрастают затраты на реализацию строительства за счет:

- увеличения стоимости доставки материалов;
- хранения материалов;
- применения специализированных технологий для термостабилизации грунтов основания с последующим мониторингом их состояния;
- применения различных добавок в бетонные смеси, штукатурные смеси;
- увеличения затрат энергии для обеспечения набора бетоном прочности, обогрева оштукатуриваемых поверхностей и применения специального оборудования при бетонных работах;
- применения специальных технологий для разработки грунта;
- затрат на обеспечение условий проживания рабочих;
- увеличения уровня оплаты труда для привлечения квалифицированных специалистов.

Перед началом строительства необходимо провести тщательную технико-экономическую оценку строительства.

2. Методы организации строительного производства нуждаются в совершенствовании. В процессе календарного планирования производства необходимо определять наиболее благоприятные периоды для производства работ, на которые оказывают влияние дестабилизирующие факторы, что влечет за собой анализ экономической эффективности производства работ в условиях накладываемых ограничений. Продолжительность осуществления конкретного вида работ в зимних условиях кратно увеличивается относительно продолжительности в нормальных условиях. Кроме того, необходимо обеспечить своевременную поставку материалов на строительную площадку в условиях ограниченного периода завоза.

При осуществлении строительства необходимо строго соблюдать требования графика производства работ, графика поставки материалов и графика движения ресурсов.

3. Производство строительно-монтажных работ в условиях Крайнего Севера требует глубокой проработки рисков, которые могут возникнуть в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта. На этапе проектной подготовки необходимо определить наиболее полный список рискованных ситуаций, разработать план реагирования при возникновении определенных рисков, а также разработать план мероприятий, необходимых для предотвращения возникновения рискованных ситуаций.

Список источников

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. «Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485 [Electronic resource]. URL: <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных> (accessed: 14.10.2022).
2. Гришин А.С. Исследование факторов, влияющих на скорость набора прочности бетона / А.С. Гришин, Е.А. Шабанов // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Кемерово, 23–25 ноября 2021 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 6031-6035.
3. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции». Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.
4. Дорофеева Н.Л. Методы производства бетонных работ в условиях низких температур / Н.Л. Дорофеева, У.Д. Коршунова // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 36-40.
5. Голиков Н.И. Исследование структуры сварных соединений при импульсно-дуговой сварке в условиях отрицательных температур окружающего воздуха / Н.И. Голиков, Е.М. Максимова, Ю.Н. Сараев // Сварка в России-2020: Современное состояние и перспективы: Сборник трудов II Международной конференции в рамках IX Евразийского симпозиума по проблемам прочности и ресурса в условиях низких климатических температур «EURASTRENCOLD-2020», посвященной 50-летию образования ИФТПС СО РАН, Якутск, 14–17 сентября 2020 года / ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН. – Якутск: Дани-Алмаз, 2020. – С. 43-52.
6. Юдина А.Ф. Строительство жилых и общественных зданий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Ф. Юдина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 368 с.
7. СП 25.13330.2020 «Основания на вечномерзлых грунтах».
8. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.
9. Григорьев М.Н. Инвестиционные проекты и транспортная инфраструктура Арктической зоны Российской Федерации / М.Н. Григорьев // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 228. – № 2. – С. 265-282. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-228-2-265-282.

10. Филатова Н. Е. Преимущества использования контроллинга персонала при вахтовом методе ведения работ в строительстве / Н. Е. Филатова // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Экономика и управление. – 2014. – № 4. – С. 120-121.

Сведения об авторе

Щев Сергей Дмитриевич, 1997 г.р., окончил Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» по специальности «проектирование технологических машин и комплексов», магистрант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Научные интересы: организация строительства, строительство в условиях Крайнего Севера, управление рисками инвестиционно-строительного проекта, календарно-сетевое планирование.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on November 16, 2022, accepted for publication on March 31, 2023.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Научная статья

УДК 330.59 (470.345)

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.002

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИУРАЛЬСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Анна Александровна Башкова

Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

aabashkova@yanao.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена рассмотрению проблемы эксплуатации капитальных зданий и сооружений, возводимых на территории распространения многолетнемерзлых грунтов, расположенных в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. В статье рассмотрен пример строительства и эксплуатации жилых домов, расположенных в селе Катравож, где можно проследить критические для несущей способности изменения состояния грунтов основания под объектами капитального строительства за короткий промежуток времени, не учтённые в проекте. Основной вывод заключается в необходимости внесения изменений и дополнений в методику расчёта свайных фундаментов при проектировании объектов нового строительства с учётом изменяющегося криогенного строения, состояния и свойств грунтов основания зданий и сооружений, возводимых на вечномерзлых грунтах.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, многолетняя мерзлота, термометрические скважины, криогенные процессы.

Цитирование: Башкова А.А. Проблемы строительства и эксплуатации зданий и сооружений в условиях деградации мерзлоты на территории Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного

округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 25–37. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.002

Original article

PROBLEMS OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN PERMAFROST DEGRADATION IN THE PRIURAL DISTRICT OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Anna A. Bashkova

Arctic Research Center, Salekhard, Russia

aabashkova@yanao.ru

Abstract. This article is devoted to the consideration of the problem of operation of capital buildings and structures erected on the territory of permafrost distribution, located in the Priuralsky district, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The article considers an example of the construction and operation of residential buildings located in the village of Katravozh, where it is possible to trace the changes in the state of the soil of the foundation under capital construction objects critical for the bearing capacity in a short period of time, not taken into account in the project. The main conclusion is that it is necessary to make changes and additions to the methodology for calculating pile foundations when designing new construction projects, taking into account the changing cryogenic structure, condition and properties of the soils of the foundations of buildings and structures erected on permafrost soils.

Keywords: Geotechnical monitoring, permafrost, thermometric wells, cryogenic processes.

Citation: A. A. Bashkova. Problems of construction and operation of buildings and structures under permafrost degradation in the Priural district of the Yamal-Nenets Autonomous District // Scientific Bulletin of the Yamal - Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. P. 25–37. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.002

Введение

Практически весь Ямало-Ненецкий автономный округ располагается на территории распространения многолетнемерзлых пород (далее ММП). Подавляющее большинство городов и посёлков построены в центральной части ЯНАО, на территории сплошного и прерывистого распространения мерзлоты. Устойчивость и долговечность зданий и сооружений, построенных на вечномёрзлых грунтах, существенно зависят от соблюдения температурно-влажностного режима грунтов в основании, принятого в проекте [1]. Контроль за соблюдением данных режимов осуществляется на основании Строительных норм и правил, а также рекомендаций по составу и методам проведения наблюдений за состоянием грунтов оснований во время строительства и в эксплуатационный период [2]. В зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности изменения свойств грунтов основания в требуемом направлении принимается один из следующих двух принципов использования вечномёрзлых грунтов в качестве основания здания и сооружения: I – вечномёрзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения; II - вечномёрзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения), а также со стабилизацией границы верхней поверхности вечномёрзлых грунтов. При выборе принципа использования вечномёрзлых грунтов проектная организация опирается на данные, полученные по результатам инженерных изысканий на выбранном участке строительства, согласно п.7.1 СНиП 11-18-76 [3].

На протяжении нескольких десятилетий в населённых пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа строительство жилых домов осуществляется по типовым проектам. Строительство в основном ведется по первому принципу с сохранением многолетнемерзлых грунтов в основании свайного фундамента. На территориях прерывистого распространения многолетнемерзлых грунтов, к которым относится Приуральский район ЯНАО, глубиной заложения свай, достаточной для сохранения несущей способности на протяжении всего жизненного цикла здания принята глубина, равная девяти метрам (ПД 09-2021-ТСГ). Практически все малоэтажные здания и сооружения нормальной ответственности, в том числе жилые дома в селе Катравож построены на 9-10-метровых сваях. Согласно проектной документации на строительство одного из новых домов по улице Зверева (рис. 1), глубина заложения свай принята равной 9 метрам (ПД 48.06-2021-КР.ТЧ).

Стоит отметить, что от момента выбора площадки до начала строительства здания проходит несколько стадий: выбор участка; производство инженерных изысканий на данном участке; разработка и согласование проектной документации и т.д. В связи с этим начало строительства может начаться через несколько лет после проведения инженерных изысканий. Под влиянием изменения климата и антропогенного воздействия за это время геокриологические условия на выбранном участке могут существенно измениться [4].

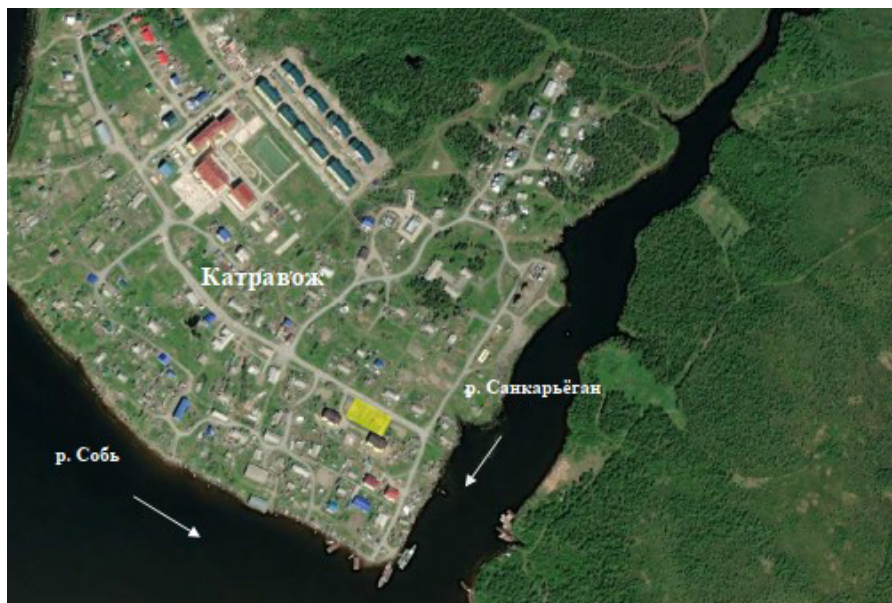
Материалы и методы

Для выбора площадок строительства, подготовки проектной документации, строительства зданий и сооружений целый ряд нормативных документов устанавливает состав инженерно-геологических изысканий и общие правила производства работ. К ним относятся: Свод правил 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ»; Свод правил 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96»; Свод правил 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ» и т.д.

Для получения информации об инженерно-геологических и геокриологических условиях на участке изучения (рис. 1) были выполнены следующие виды работ: механическое бурение геологических выработок; гидрогеологические наблюдения в процессе буровых работ; лабораторные исследования образцов грунтов ненарушенной и нарушенной структуры; термометрические наблюдения; камеральная обработка результатов полевых работ и лабораторных исследований проб грунта и воды. Отбор проб грунта производился в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранения образцов». Отбор проб воды производился в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Камеральная обработка результатов и выделение инженерно-геологических элементов были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний», ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация».

Участок исследования

Для строительства жилого дома в селе Катравож, Приуральского района, был выбран земельный участок, расположенный на улице Зверева. Схема расположения участка приведена на рисунке 1.



■ - исследуемая территория

Рис. 1. Местоположение участка строительства жилого дома по ул. Зверева, с. Катравож, Приуральский район, ЯНАО

Посёлок Катравож расположен на левом берегу Оби в устье реки Сось. Рельеф изучаемой территории слабохолмистый, с общим уклоном на восток, юго-восток в сторону долины рек Сось и Санкаръёган. В соответствии с требованиями СП 131.13330.2021, участок исследования относится к климатическому подрайону 1Г [5]. Температура воздуха наиболее холодных суток составляет минус 43°С. Нормативное значение ветрового давления – 0,48 кПа, вес снегового покрова – 2,5 кН/м² [6]. Участок расположен в существующей жилой застройке.

С двух сторон территория, отведенная под строительство многоквартирного жилого дома на улице Зверева в селе Катравож, ограничена автомобильными дорогами общего пользования с твердым покрытием из железобетонных плит. С двух других сторон ограничена проездами местного использования. Через участок проходит проезд от здания поселковой администрации до улицы Зверева, который делит его на две равные части. Автомобильная дорога по улице Зверева была построена в 2014–2015 годах (рис. 2). В транспортном потоке преобладают сверхтяжелые автомобили. На момент производства инженерно-геологических изысканий на участке изучения процесс осадки грунтов основания дороги в процессе эксплуатации был полностью завершен. Наличие дорог общего пользования создало препятствие для естественного стока поверхностных вод с участка и привело к постепенному его заболачиванию.



Рис. 2. Автомобильная дорога общего пользования с твердым покрытием из железобетонных плит по улице Зверева, с. Катравож

На момент изысканий 2022 года было установлено, что практически вся прилегающая к автомобильной дороге по улице Зверева территория подвержена процессу заболачивания. В соответствии с СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95», по площадной территории, категория опасности по подтоплению оценивается как «весьма опасная», т.к. площадная пораженность соответствует 75%. Большая часть территории, отведенной для строительства жилого дома, подвержена заболачиванию. Только на возвышенностях частично присутствуют дикорастущие деревья и кустарники.

Результаты и обсуждение

Инженерно-геологические изыскания для строительства жилого дома производились в декабре 2020 года. В процессе их производства в соответствии с требованиями части 1 СП 11-105-97, СП 47.13330.2016 было выполнено бурение геологических скважин в количестве 5 шт., глубиной 15 м., по схеме «простой конверт» [8]. Бурение осуществлялось установкой УГБ-1ВС колонковым способом [1, 7, 11]. Абсолютные отметки устьев скважин изменяются от 13,03 до 13,99, перепад отметок составляет 0,96 метра. На рисунке 3 представлена схема расположения геологических выработок на участке изыскания.

В процессе буровых работ на момент изысканий (декабрь 2020 года) были вскрыты многолетнемерзлые грунты на глубинах 3,5–4,0 метра. Замеры температур грунтов в скважинах осуществлялись контроллером цифровых датчиков портативным ПКЦД-1/16 с термокосой. Согласно п. 6.8 ГОСТ 25358-2012 «Грунты. Метод полевого определения температуры» для инженерно-геокриологических исследований, измерения температуры в скважинах произведены по схеме: в пределах первых 5 м –

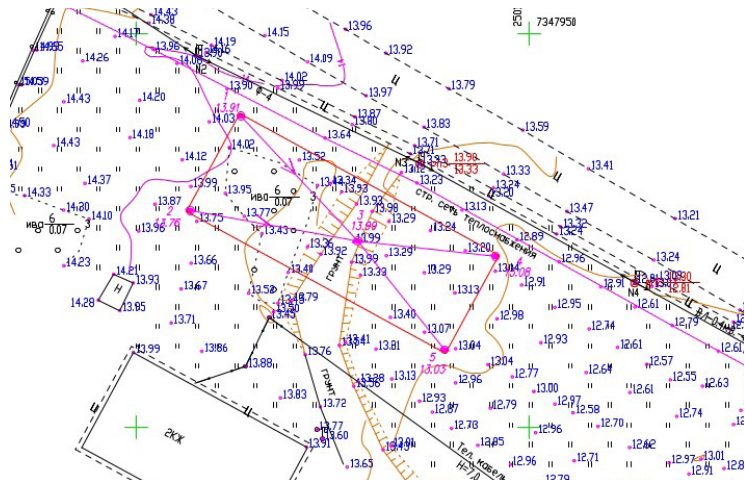
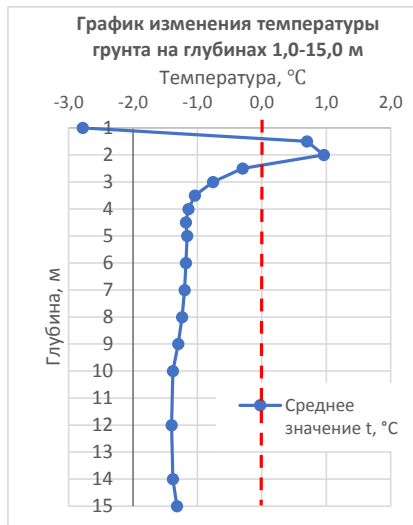


Рис. 3. Схема расположения геологических выработок на объекте, расположенном по улице Зверева, с Катравож, Приуральский район, ЯНАО. Декабрь 2020 г.

кратными 0,5 м; затем до глубины 10 м – кратными 1 м, свыше 10 м – кратными 2 м, а также на забое скважины. Глубина нулевых температур составляла 1,5–2,0 метра. График распространения температур грунта по глубине скважин приведён на рисунке 4.

Глубина, м	Значение температура грунта, °C					среднее
	сква.1	сква.2	сква. 3	сква. 4	сква. 5	
1	-2,5	-2,5	-5,1	-1,4	-2,4	-2,8
1,5	1	0,9	0,5	0,8	0,3	0,7
2	0,4	1,3	0,8	1,5	0,8	1,0
2,5	-0,2	-0,2	-0,4	0,4	-1,1	-0,3
3	-0,8	-0,5	-0,9	-0,5	-1,1	-0,8
3,5	-0,9	-1	-1,1	-1	-1,2	-1,0
4	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1
4,5	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,1	-1,2
5	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
6	-1,2	-1,1	-1,1	-1,3	-1,2	-1,2
7	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
8	-1,1	-1,3	-1,3	-1,2	-1,3	-1,2
9	-1,2	-1,4	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
10	-1,3	-1,5	-1,4	-1,3	-1,4	-1,4
12	-1,4	-1,5	-1,4	-1,3	-1,4	-1,4
14	-1,3	-1,5	-1,4	-1,4	-1,3	-1,4
15	-1,2	-1,4	-1,4	-1,3	-1,3	-1,3



а

б

Рис. 4. Результаты термометрии по результатам измерения (декабрь 2020 г.) на объекте «Многоквартирный жилой дом», расположенный по улице Зверева, с. Катравож, Приуральский район, ЯНАО, грунтов (а – таблица температурных значений в скважинах; б - график распространения среднего по пяти скважинам значения температур грунта на глубинах 1,0–15,0 м)

По результатам камеральной обработки материалов полевых работ и лабораторных исследований грунтов был выделен один слой и 3 инженерно-геологических элемента: слой 1 – техногенный (насыпной) грунт: песок средней крупности, средней плотности, средней степени водонасыщения (tQIV); ИГЭ-1 – суглинок текучий, с прослоями глины текучей с низким содержанием органических веществ (aQIII); ИГЭ-2 – суглинок текучепластичный, с примесью органического вещества (aQIII); ИГЭ-3 – суглинок твердомёрзлый, слабодыстый, с примесью органического вещества, при оттаивании текучепластичный и текучий (aQIII).

Грунтовые воды были вскрыты в процессе буровых работ во всех геологических скважинах под слоем техногенного грунта. Уровень появления и установления грунтовых вод зафиксирован на глубинах 0,40–0,60 метра, абсолютные отметки уровня появления грунтовых вод соответствует 13,41–13,53 м.

С целью подтверждения геокриологических условий в октябре 2022 года на исследуемом участке сотрудниками ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» были выполнены контрольные инженерно-геологические изыскания: пробурены геологические скважины в количестве пяти штук, глубиной 15 метров каждая, по схеме «простой конверт» [8], в непосредственной близости к скважинам, пробуренным в декабре 2020 года. Буровые работы осуществлялись буровой установкой УБШМ 1-20, колонковым способом [1, 7, 11]. Термометрические исследования произведены в соответствии с требованиями ГОСТ 25358-2012. Замер температур грунта произведён термометрической косой ТКЦ-02.



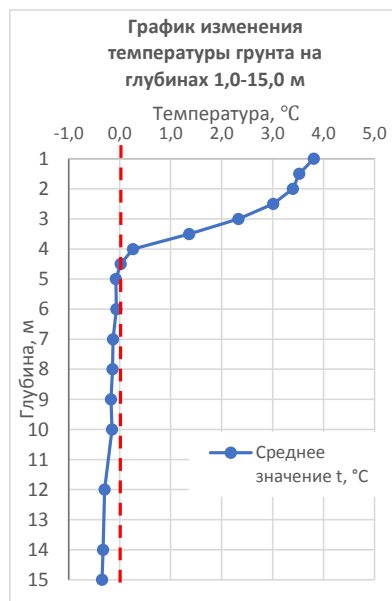
В процессе буровых работ грунтовые воды были вскрыты всеми скважинами на глубине 0,0–0,6 метра. В скважине № 2 грунтовые воды вышли на дневную поверхность. Наличие поверхностных и надмерзлотных грунтовых вод, имеющих температуры выше нуля градусов Цельсия, приводит к ускорению процесса растепления грунтов. На рисунке 5 приведен уровень грунтовых вод на соседнем участке по улице Зверева, расположенном в тех же геокриологических и ландшафтных условиях.

Рис. 5. Устоявшийся уровень грунтовых вод на улице Зверева, с. Катравож

Исходя из общего геологического строения и свойств грунтов, по результатам изысканий 2022 года, на исследуемой территории были выделены следующие инженерно-геологические элементы: ИГЭ-1 – почвенно-растительный слой (pdQIV); ИГЭ-2 – суглинок мягкопластичный легкий (aQIII); ИГЭ-3 – суглинок текучепластичный легкий песчанистый (aQIII); ИГЭ-4 – суглинок текучий легкий песчанистый (aQIII). В соответствии с полевым описанием, грунты, находящиеся в мёрзлом состоянии, встречены только в трех скважинах, с глубины 4,2–6,3 метра. Результаты измерений температуры грунтов и график распределения по глубине приведены на рисунке 6. Скважины, расположенные в низменной части участка, на момент изысканий были представлены только текучими грунтами. Результатами контрольных инженерно-геологических изысканий был подтвержден литологический состав грунтов геологических разрезов на участке, выявленный по результатам изысканий 2020 года.

Глубина, м	Значение температура грунта, °C					
	скв. 1	скв. 2	скв. 3	скв. 4	скв. 5	среднее
0	6	6	5	5	5	5,4
0,5	3,95	2,55	4,08	3,96	4,02	3,7
1	4,18	2,3	4,25	4,05	4,27	3,8
1,5	3,25	2,48	4,1	3,77	4,02	3,5
2	2,05	3,2	5,01	3,52	3,2	3,4
2,5	1,55	2,98	4,78	3,18	2,57	3,0
3	0,25	2,75	4,33	2,76	1,56	2,3
3,5	0,19	0,54	3,3	2,22	0,56	1,4
4	0,1	-0,2	0,2	1,09	0,12	0,3
4,5	-0,09	-0,2	-0,1	0,36	0,12	0,0
5	-0,1	-0,2	-0,2	0,18	-0,06	-0,1
6	0	0,1	-0,2	-0,12	-0,1	-0,1
7	0	0,05	-0,2	-0,4	-0,1	-0,1
8	0	-0,05	-0,2	-0,2	-0,25	-0,1
9	0,01	-0,15	-0,2	-0,2	-0,31	-0,2
10	0,02	-0,1	-0,1	-0,25	-0,31	-0,1
12	0,02	-0,1	-0,5	-0,4	-0,5	-0,3
14	0	-0,1	-0,5	-0,45	-0,57	-0,3
15	0	-0,1	-0,5	-0,5	-0,63	-0,3

а



б

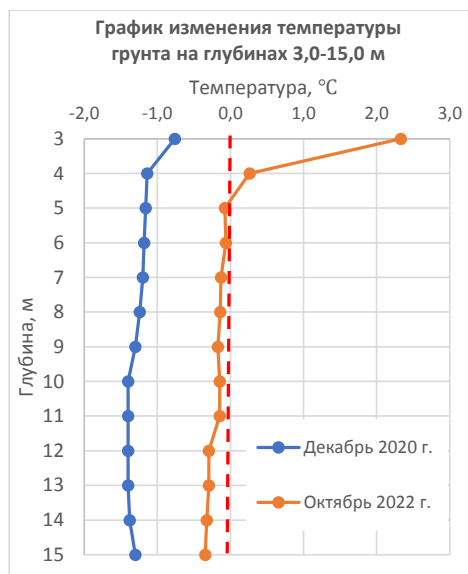
Рис. 6. Температура грунта на глубинах от 1,0 до 15,0 метров по данным замеров в октябре 2022 года на объекте: «Многоквартирный жилой дом», расположенный на ул. Зверева, с. Катравож, Приуральского района (а – таблица температурных значений грунта на глубинах, б – график изменения температур на глубинах от 1,0 до 15,0 м)

Результаты термометрических наблюдений на участке изучения показали, что температуры грунта, распространённые по глубине, не имеют таких низких значений, как на момент изысканий 2020 года. Повышение

температуры грунта за двухлетний период на глубинах от 4,0 до 15,0 метров составляет в среднем 1,0°С. Температуры грунта до глубины 4,0 метра в расчёт не принимались. Сравнительный график температуры грунта приведён на рисунке 7.

Глубина, м	Среднее значение температура грунта, °С		Изменение температуры
	Декабрь 2020 г.	Октябрь 2022 г.	
0	-31,6	5,4	
0,5	-14,4	3,7	
1	-2,8	3,81	
1,5	0,7	3,5	
2	1,0	3,4	
3	-0,8	2,3	3,09
4	-1,1	0,3	1,40
5	-1,2	-0,1	1,08
6	-1,2	-0,1	1,12
7	-1,2	-0,1	1,07
8	-1,2	-0,1	1,10
9	-1,3	-0,2	1,13
10	-1,4	-0,1	1,25
11	-1,4	-0,1	1,25
12	-1,4	-0,3	1,10
13	-1,4	-0,3	1,10
14	-1,4	-0,3	1,06
15	-1,3	-0,3	0,95

а



б

Рис. 7. Сравнительный график средних значений температур грунта, распределенных на глубинах от 3,0 до 15,0 м, по данным замеров в декабре 2020 и октябре 2022 года на объекте: «Многоквартирный жилой дом», расположенный на ул. Зверева, с. Катравож, Приуральского района (а – таблица средних значений температур грунта на глубинах, б – график изменения температур на глубинах)

Подобная картина наблюдается в селе Катравож и на улице Новой, где от процессов растепления грунтов основания фундамента под двумя жилыми домами в результате влияния техногенных факторов была нарушена несущая способность свайного фундамента [9, 10]. Деформация грунтового основания повлекла за собой деформацию стен жилых домов. Предположительно, такие изменения состояния грунтов произошли из-за следующих причин: частые протечки водонесущих систем и канализации; строительство автомобильных дорог, нарушающих естественный сток поверхностных вод; отсутствие водоотводящих систем каналов и дренажей. Как следствие, глубина заложения свай, принятая при проектировании, оказалась недостаточной для сохранения устойчивости свайного фундамента в условиях деградирующей мерзлоты.

Заключение

Широкое распространение многолетнемерзлых пород и прохождение южной границы криолитозоны по территории округа определяет значительные климатические риски в связи с мерзлотными процессами и явлениями, происходящими при деградации мерзлых пород. Оттаиванию и сокращению площади распространения многолетнемерзлых пород подвержено более четверти территории округа. Наиболее подвержены процессу деградации территории, расположенные по берегам многочисленных рек и озер, к которым относится село Катравож, Приуральского района, ЯНАО. В связи с повсеместным существованием сезонно-мерзлого слоя в период снеготаяния ежегодно происходит подтопление территории и связанные с этим процессы, угрожающие сохранению жизнеспособности объектов капитального строительства. Помимо этого, увеличение температуры многолетнемерзлых пород приводит к снижению несущей способности фундаментов ниже проектных значений, что уже на сегодняшний день наносит ежегодные миллиардные ущербы. Для строительства устойчивого и долговечного здания необходимо адаптировать типовые проекты под геокриологические условия на каждом конкретном участке, что позволит обеспечить надёжность строительных конструкций и сократить риски деформации основания и разрушения здания.

Основываясь на результатах контрольных инженерно-геологических изысканий, производимых в октябре 2022 года, с целью продолжения процесса строительства жилого дома по улице Зверева, можно дать следующие рекомендации:

1. Произвести планировку территории застройки, сопровождающуюся регулиацией поверхностного стока;
2. Рассмотреть возможность смещения площадки строительства на участок, расположенный на возвышенности (абсолютные отметки устьев скважин 13,03-13,40);
3. С целью возможного внесения изменений в проект произвести расчёты несущей способности фундамента с увеличенной глубиной заложения свай до 12 метров, нижний конец которых будет опираться на грунты, находящиеся в мёрзлом состоянии и имеющие температуры грунта минус 0,5 – минус 0,6°С;
4. Организовать мероприятия по отведению избытков влаги за пределы территории строительства посредством обустройства систем канав и дренажей;
5. Рассмотреть возможность применения II принципа использования вечномёрзлых грунтов в основании фундамента для строительства данного жилого дома.

Список источников

1. Свод правил 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» – Москва: Стандартинформ, 2019. – 8-10 с.
2. Рекомендации по наблюдению за состоянием грунтов оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на вечномёрзлых грунтах / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. – Москва: Стройиздат, 1984. – 32 с.
3. Строительные нормы и правила 11-18-76 «СНиП II-18-76 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» / Стройиздат, 1977. – 8 с.
4. Структура и параметры геокриологического мониторинга / А.В. Брушков, Д.С. Дроздов, В.А. Дубровин, М.Н. Железняк и [др.]. // Научный вестник Арктики. 2022. № 12. С. 78–88.
5. СП 131.13330.2021 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99» / Минстрой России, 2021. – 31-32 с.
6. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85» – Москва: Стандартинформ, 2018. – 12-14 с.
7. Свод правил 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» – Москва: Мин-регион России, 2012.
8. Взрывные работы. Пособие для обучения персонала по профессии «Взрывник» / Республика Казахстан, 2004. – 16с.
9. Свод правил 497.1325800.2020 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Правила эксплуатации» / Москва: Минстрой России, 2020. – 30 с.
10. Свод правил 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» – Москва: Стандартинформ, 2018. – 11 с.
11. Свод правил 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ» / ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 14-18 с.

Сведения об авторе

Башкова Анна Александровна, 1974 г.р., окончила Ангарскую государственную техническую академию по специальности «химическая переработка топлива и углеродосодержащих материалов», квалификация «инженер». С 2022 года в ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»

(г. Салехард, Россия) – научный сотрудник. Область научных интересов: Арктика, мерзлотоведение, гидрогеология, строительство.

Статья поступила в редакцию 03.02.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on February 03, 2023, accepted for publication on March 31, 2023.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Научная статья

УДК 504.05: 581.192

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.003

НОВЫЙ СПОСОБ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЙ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Алина Александровна Горбунова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Москва, Россия

GorbunovaAA@my.msu.ru

Аннотация. В статье рассматривается новая конструкция фундамента (поверхностный фундамент со встроенными контурами теплового насоса) для строительства одноэтажных зданий на высокотемпературных многолетнемерзлых грунтах и его тепловой, гидравлический и механический расчет на примере здания лабораторного корпуса компрессорной станции КС - 6 «Сковородинская».

Ключевые слова: поверхностный фундамент, многолетнемерзлый грунт, искусственное охлаждение основания, обогрев здания, тепловой насос, климатические условия, предварительная подготовка грунтов основания, капитальные затраты, экономический эффект, преимущества.

Цитирование: Горбунова А.А. Новый способ использования высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований одноэтажных зданий в условиях глобального потепления климата // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 38–54. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.003

Original article

A NEW WAY OF USING HIGH-TEMPERATURE PERMAFROST SOILS AS THE FOUNDATIONS OF SINGLE-STOREY BUILDINGS IN THE CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE WARMING

Alina A. Gorbunova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

GorbunovaAA@my.msu.ru

Abstract. The report discusses a new foundation design (surface foundation with integrated heat pump circuits) for the construction of single-storey buildings on high-temperature permafrost soils and its thermal, hydraulic and mechanical calculation on the example of the building of the laboratory building of the compressor station KS - 6 "Skovorodinskaya".

Keywords: surface foundation, permafrost, artificial cooling of the foundation, heating of the building, heat pump, climatic conditions, preliminary preparation of the foundation soils, capital costs, economic effect, advantages.

Citation: A.A. Gorbunova. A new way of using high-temperature permafrost soils as the foundations of single-storey buildings in the conditions of global climate warming // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). №1. P. 38–54. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.003

Введение

Повышение температуры воздуха влечет за собой и повышение температуры грунта, которое приводит к уменьшению прочностных и увеличению деформационных характеристик многолетнемерзлых грунтов. Это, в свою очередь, может привести к деформациям и нарушению устойчивости зданий и сооружений в криолитозоне. Поэтому в настоящее время одним из основных приоритетов в строительной отрасли, является поиск новых эффективных способов использования многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований в условиях глобального потепления климата. Одним из таких новых способов строительства одноэтажных зданий на высокотемпературных многолетнемерзлых грунтах является применение поверхностного фундамента со встроенными контурами теплового насоса [1].

Описание конструкции

Фундамент представляет собой железобетонную плиту, состоящую из двух частей. В верхней части находится змеевик греющего контура, в нижней – охлаждающего контура. Между контурами имеется теплоизолятор из пеноплекса. Контуровы заполнены жидкостью, верхний – водой, которая обеспечивает обогрев пола первого этажа здания; нижний – антифризом, обеспечивающим искусственное охлаждение основания. Фундамент состоит из отдельных блоков, которые на стройплощадке стыкуются между собой и подсоединяются к тепловому насосу (ТН). Фундаментные модули, в совокупности образующие поверхностный фундамент, подсоединяются параллельно к теплоизолированному коллектору охлаждающего контура и теплоизолированному коллектору греющего контура теплового насоса [1].

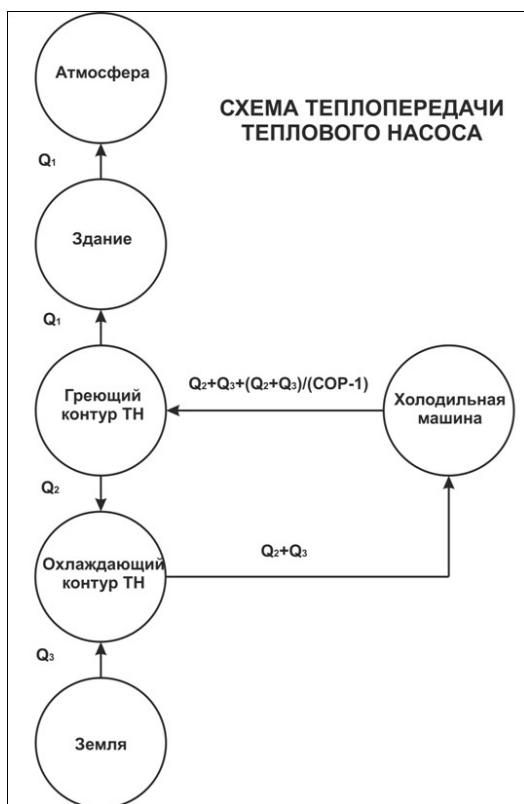


Рис. 1. Схема теплопередачи теплового насоса, совмещенного с поверхностным фундаментом. Условные обозначения: Q_1 – интенсивность теплового потока от греющего контура к зданию и от здания в атмосферу, Вт; Q_2 – то же от греющего контура к охлаждающему; Q_3 – то же от многолетнемерзлого грунта к охлаждающему контуру; COP – коэффициент преобразования [2]

Тепло для отопления здания забирается из грунта Q_3 охлаждающим контуром ТН, одновременно с ним к охлаждающему контуру поступает тепло от греющего контура ТН - Q_2 . Эти потоки подаются в холодильную машину ТН, где низкопотенциальное тепло преобразуется в высокопотенциальное и при этом к нему добавляются потери энергии компрессором холодильной машины, равные $(Q_2+Q_3)/(COP-1)$. Далее эти потоки тепла поступают к греющему контуру ТН, от которого часть из них направляется к зданию Q_1 и идет на обогрев пола, а часть Q_2 возвращается в охлаждающий контур. Далее цикл повторяется. Управление тепловыми потоками осуществляется следующими параметрами: температурой воды и антифриза и термическим сопротивлением между контурами R_b [2]. При этом указанные параметры должны быть подобраны таким образом, чтобы выполнялись условия:

$$Q_1 = 50 \text{ Вт/м}^2 \leq Q_1^* \quad (1)$$

$$Q_1^* = Q_3 + \frac{(Q_2 + Q_3)}{COP-1}, \quad (2)$$

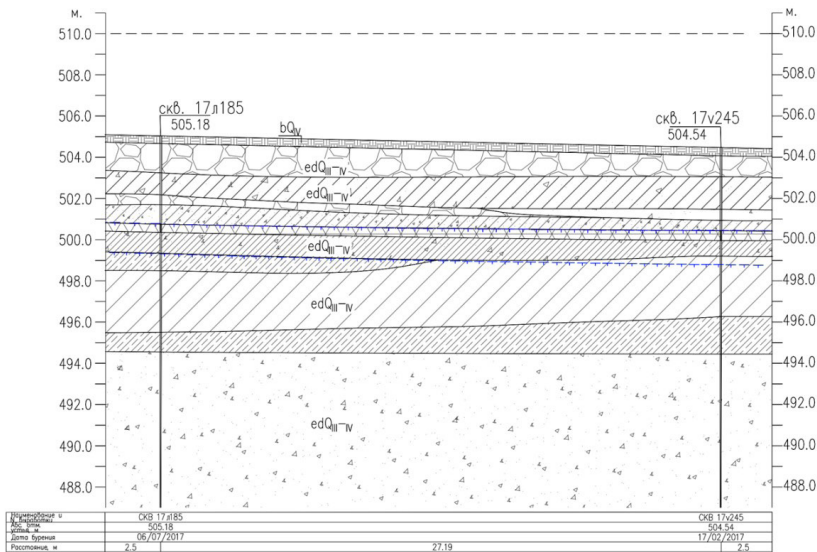
Применение поверхностного фундамента со встроенными контурами теплового насоса и его расчет рассмотрим на примере одноэтажного здания лабораторного корпуса компрессорной станции КС - 6,0 «Сковородинская».

Краткое описание района строительства

Район исследований находится на территории Сковородинского района, Амурской области. Климат района резко континентальный с муссонными чертами. Среднегодовая температура воздуха составляет $-4,2^\circ\text{C}$. В геологическом строении района исследований принимают участие голоценовые биогенные (bQ_{IV}) и техногенные отложения (tQ_{IV}), верхнеплейстоцен–голоценовые нерасчлененные элювиально–делювиальные (edQ_{III-IV}), аллювиальные (aQ_{III-IV}) отложения, залегающие на коренных породах нижней юры (J_1) (рис. 2).

Площадка строительства здания лабораторного корпуса характеризуется многолетнемерзлыми породами несливающегося типа мощностью от 50 до 150 м. Среднегодовая температура пород составляет $-0,3^\circ\text{C}$. Глубина сезонного оттаивания изменяется от 1,0 до 3,0 м, сезонного промерзания от 2,0 до 5,0 м.

Геологический разрез под зданием лабораторного корпуса по скважинам 17л185–17в245



Состав пород

- Растительный слой: суглинок и торф с корнями растений
- Глубокие отложения, массивная криотекстура $W_{\text{отл}}=0.146$, $W_0=0.275$, $W_p=0.176$, $I_p=0.099$, $I_t=-0.3$, $\rho_p=2.70$, $\rho_t=2.25$, $\rho_d=1.96$, $e_p=0.37$, $e_k=1.0$, $T_{\text{отл}}=-0.2$, $\lambda_{\text{отл}}=1.74$, $\lambda_t=1.97$, $C_{\text{отл}}=2.87$, $C_t=2.27$.
- Суглинок слабообводненный, криотекстура массивная, с включенными щебня от 15 до 25% $W_{\text{отл}}=0.165$, $W_0=0.273$, $W_p=0.170$, $I_p=0.103$, $\rho_p=2.71$, $\rho_t=2.06$, $\rho_d=1.74$, $e_p=0.645$, $i=0.151$, $W_{\text{отл}}=0.205$, $S=0.52$, $I_{\text{отл}}=0.27$, $\lambda_{\text{отл}}=1.48$, $\lambda_t=1.66$, $C_{\text{отл}}=2.68$, $C_t=2.26$, $T_{\text{отл}}=-0.18$, $e_k=6.6$.
- Суглинок незводненный, щебнистый от 25 до 50 % $W_{\text{отл}}=0.177$, $W_p=0.177$, $\rho_p=2.07$, $\rho_t=2.70$, $\rho_d=1.76$, $e_p=0.54$, $S=1.00$, $W_0=0.279$, $W_p=0.174$, $I_p=0.105$, $D_{\text{отл}}=0.028$, $e_k=8.7$, $\lambda_{\text{отл}}=1.08$, $\lambda_t=1.19$, $C_{\text{отл}}=2.67$, $C_t=2.08$, $T_{\text{отл}}=-0.19$, $m_p=0.098$, $E=8.44$, $C_{\text{отл}}=0.101$.
- Суглинок тугопластичный, щебнистый, $W=0.220$, $\rho_p=2.69$, $\rho_t=1.69$, $e=0.59$, $S=1.00$, $W_0=0.272$, $W_p=0.193$, $I_p=0.079$, $D_{\text{отл}}=0.028$, по СП 25.13330.2020 : $\lambda_{\text{отл}}=1.45$, $\lambda_t=1.71$, по СНиП 2.02.04–88: $C_{\text{отл}}=2.74$, $C_t=2.28$.
- Суглинок незводненный, криотекстура массивная, незаоленный, $W_{\text{отл}}=0.184$, $W_p=0.184$, $\rho_p=2.01$, $\rho_t=2.70$, $\rho_d=1.70$, $e_p=0.59$, $S=1.00$, $W_0=0.290$, $W_p=0.181$, $I_p=0.109$, $i=0.00$, $D_{\text{отл}}=0.019$, $\lambda_{\text{отл}}=1.20$, $\lambda_t=1.64$, $C_{\text{отл}}=2.85$, $C_t=2.09$, $T_{\text{отл}}=-0.2$, $m_t=0.07$, $E=11.1$, $A_{\text{отл}}=0.025$, $m=0.06$, $C_{\text{отл}}=0.117$.
- Супесь щебнистая (валунчатая) слабообводненная, криотекстура массивная $W_{\text{отл}}=0.189$, $W_p=0.202$, $W_0=0.143$, $I_p=0.059$, $\rho_p=2.68$, $\rho_t=2.07$, $\rho_d=1.74$, $e_p=0.54$, $i=0.03$, $W_{\text{отл}}=0.173$, $S=1.00$, $\lambda_{\text{отл}}=0.25$, $\lambda_t=1.82$, $C_{\text{отл}}=2.764$, $C_t=2.23$, $e_k=4.0$, $A_{\text{отл}}=0.06$, $m=0.08$, $C_{\text{отл}}=0.016$.
- Дробяные борозчатые отложения $W=0.245$, $W_0=0.266$, $W_p=0.170$, $I_p=0.096$, $I_t=0.780$, $\rho_p=2.70$, $\rho_t=1.95$, $\rho_d=1.57$, $e=0.719$, $S=0.92$, по СП 25.13330.2020: $\lambda_{\text{отл}}=2.15$, $\lambda_t=2.50$, по СНиП 2.02.04–88: $C_{\text{отл}}=3.15$, $C_t=2.35$.
- Щебнистые отложения слабообводненные, $W_{\text{отл}}=0.161$, $W_0=0.238$, $W_p=0.158$, $I_p=0.08$, $I_t=0.04$, $\rho_p=2.70$, $\rho_t=2.05$, $\rho_d=1.77$, $e_p=0.53$, $i=0.092$, $W_{\text{отл}}=0.161$, $S=0.90$, $I_{\text{отл}}=0.32$, $\lambda_{\text{отл}}=1.97$, $\lambda_t=2.2$, $C_{\text{отл}}=3.02$, $C_t=2.07$, $A_{\text{отл}}=0.04$; $m=0.040$, $e_k=0.7$.

Стратиграфические подразделения и генетические типы

Система	Генезис	Обозначения	Состав отложений	Мощность
Чемберленовская	Биоэологические	bQIV	Грунт растительного слоя, представлен увеличками и торфом с корнями растений	до 0.5 м.

Структура скважины

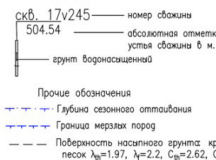


Рис. 2. Геологический разрез под зданием лабораторного корпуса по данным инженерных изысканий, 2019 г.

Расчет поверхностного фундамента под одноэтажное здание

Исходные данные

Одноэтажное каркасное здание лабораторного корпуса на многолетнемерзлых грунтах с охлаждающей системой и обогревающими полами с помощью теплового насоса (ТН). Размер здания в плане 15,0x36,0 м, площадь $S = 540 \text{ м}^2$. Фундамент состоит из 20 самостоятельных блоков, соединяемых на сварке и подключаемых параллельно к одному теплому насосу. Размер блока 7,8 x 3,66 м. Температура в здании — $t_{\text{in}} = 20^\circ\text{C}$.

Продолжительность отопительного периода $\tau_{от} = 8$ мес. = 5760 ч. Температура подстилающих многолетнемерзлых грунтов – $t_0 = -0,3^\circ\text{C}$. Здание имеет фундамент в виде железобетонной плиты со встроенными греющими и охлаждающими контурами теплового насоса (ТН) в виде системы змеевиков из полиэтиленовых труб, расположенных с шагом $s=0,18$ м. Наружный диаметр труб $d_{out} = 0,06$ м, внутренний - $d_{in}=0,054$ м. В плане фундаментные модули расположены в два ряда и параллельно подключены к ТН с помощью двух коллекторов. Греющий контур использует воду, охлаждающий – антифриз. Температура жидкости в контурах определяется расчётом.

Фундаментные модули присоединяются к ТН с помощью коллекторов, греющего и охлаждающего контуров. Длина каждого коллектора 102 м, включая 4 поворота на 90° . Наружный диаметр коллектора $d_{out}^k = 0,0885$ м, внутренний $d_{in}^k = 0,0805$ м.

Поскольку ММП в районе исследований несливающегося типа, во избежание пучения талый слой грунта, расположенный над многолетнемерзлым, должен быть заморожен еще до устройства фундамента здания. Расчетами определено, что для замораживания грунтов на площади 19×40 м за 6 месяцев (октябрь-март) потребуется 153 термосифона марки ТК 32/7,0.М-03, которые располагаются по 9 рядам с шагом 2.1 м. Также проектом предусматривается планировочная насыпь на всей территории КС высотой 5 м. Если планировку территории лабораторного корпуса выполнить из грунтов, не подверженных пучению при промерзании, то замораживание насыпи можно осуществить во время эксплуатации здания за счет работы ТН фундамента.

Тепловой расчет поверхностного фундамента

Расчет осуществляется методом математического моделирования теплового взаимодействия фундамента со зданием и подстилающим грунтом. В ходе ряда итераций в программном комплексе «QFrost» [3] были подобраны температуры греющего $t_1 = 35^\circ\text{C}$ и охлаждающего контуров $t_2 = -20^\circ\text{C}$ таким образом, чтобы выполнялось условие (1). Между контурами расположен теплоизолятор с термическим сопротивлением $R_b = 0.7 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. Результаты расчёта тепловых потоков представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета тепловых потоков

$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$R_b, \text{ м}^2\text{°C/Вт}$	$Q_1, \text{ Вт/м}^2$	$Q_2, \text{ Вт/м}^2$	$Q_3, \text{ Вт/м}^2$	$Q_1^*, \text{ Вт/м}^2$
35	-20	0,7	57,19	70,71	9,46	57,47
Номинальная тепловая мощность ТН равна: $N_T = (Q_2 + Q_3 + (Q_2 + Q_3)/(COP-1)) \cdot S = (70,71+9,46+(70,71+9,46)/(2,55 - 1)) \cdot 540 = 69,2 \text{ кВт}$.						
Потребляемая электрическая мощность составит: $N_э = ((Q_2 + Q_3)/(COP-1)) \cdot S = ((70,71+9,46) / (2,55 - 1)) \cdot 540 = 27,1 \text{ кВт}$.						

Гидравлический расчет поверхностного фундамента

Целью расчета является определение расхода воды W_1 и антифриза W_2 в контурах и потери давления. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчета греющего и охлаждающего контура

Наименование	Формула	Значение для греющего контура	Значение для охлаждающего контура	Ед. изм.
Потребный расход воды в греющем контуре одного фундаментного блока	$W = \frac{N_T^M}{C \cdot \Delta t}$	0,593	0,673	м ³ /ч
Скорость воды в трубах змеевика	$V = \frac{4 \cdot W}{3600 \cdot \pi \cdot d_{in}^2}$	0,072	0,082	м/с
Местные потери напора	$h_\xi = (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 \cdot n) \frac{V^2}{2g}$	0,014	0,017	м.в.ст.
Потери напора по длине	$h_L = \lambda \cdot \frac{L}{d_{in}} \cdot \frac{V^2}{2g}$	0,028	0,062	м.в.ст.
Суммарные потери напора	$h_\Sigma = h_L + h_\xi$	0,042	0,079	м.в.ст.

Общие потери напора коллектора греющего контура $h_\Sigma = 0,44$ м.в.ст.

Общие потери напора коллектора охлаждающего контура $h_\Sigma = 0,23$ м.в.ст.

На основе проведенного расчета подбираем тепловой насос по следующим параметрам:

- номинальная тепловая мощность: 69206 Вт,
- потребляемая электрическая мощность: 27100 Вт,
- расход воды в греющем контуре: 11,86 м³/ч,
- потеря давления в греющем контуре: 0,27 м. водяного столба,
- расход антифриза в охлаждающем контуре: 13,46 м³/ч,
- потеря давления в охлаждающем контуре: 0,52 м. водяного столба.

Такой номинальной тепловой мощности соответствует тепловой насос марки CR 185-3 [4]. Стоимость насоса 1 991 800 руб.

Механический расчет поверхностного фундамента

Фундамент опирается на насыпь из талого крупнозернистого песка, которая в отопительные периоды эксплуатации здания замораживается ТН. Однако летом, когда ТН не работает, под действием тепла от здания происходит небольшое оттаивание с поверхности замороженной насыпи, которое достигает 1,2 м каждый сезон. Оттаявший слой зимой вновь промерзает. Таким образом, часть года фундамент опирается на талый грунт. Этот грунт (крупнозернистый песок) по определению не подвержен деформациям при оттаивании и замерзании. Поэтому механический расчет фундамента сводится лишь к проверке первого предельного условия – расчету по несущей способности.

Вес здания, с учетом нагрузок и коэффициента запаса, составляет 2000 т, при площади фундаментной плиты 540 м² давление на грунт составит 0,37 кг/см². Известно, что крупнозернистые пески в составе подсыпки под поверхностные фундаменты в талом состоянии выдерживают давление равное 2,0 кг/см² [5]. Это во много раз больше, чем указанное давление нашего фундамента на грунт.

Фундамент до тех пор, пока он прочно скреплен с грунтом, будет разбит трещиной, если его прочность окажется меньше силы криогенного растрескивания. Противостоять растрескиванию может только железобетон с подобранной арматурной сеткой согласно рекомендациям [6]. В качестве арматуры примем арматурную сетку с размером ячейки 24x24 мм и диаметром прутка 18 мм [7].

Математическое моделирование формирования температурного поля в основании здания лабораторного корпуса

Целью моделирования являлось получение температурного поля основания здания лабораторного корпуса на весь срок эксплуатации (50 лет) для доказательства надежности предлагаемого нового способа обеспечения устойчивости здания в условиях глобального потепления климата. В рамках данной работы расчёты выполнены в программном комплексе «Frost 3D universal». Им предшествовали работы по калибровке модели.

Результаты математического моделирования

Полученный в результате расчетов температурный режим грунтов основания здания лабораторного корпуса показан на рисунках 3–6. Начало расчета – 01.10.2022, окончание – 15.10.2072.

Температура воздуха задавалась с учетом глобального потепления климата. Тренд потепления определен из метеорологических данных метеостанции Сковородино по методике авторетроспективного анализа, разработанной на кафедре геокриологии МГУ в 2000 г [8]. Величина тренда для данного района составляет 0,0345°С [9].

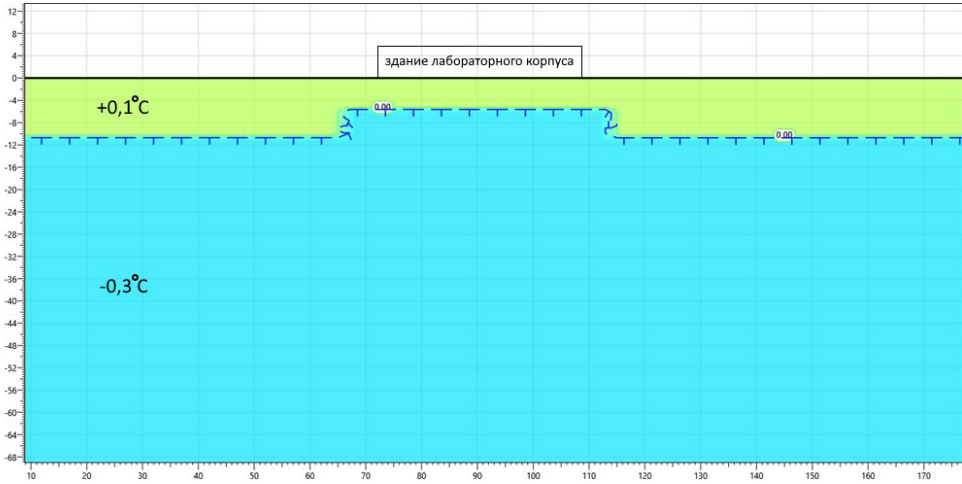


Рис. 3. Фрагмент температурного поля под центром здания на 01.10.2022 (по оси абсцисс – расстояние в метрах в масштабе 1:1, по оси ординат – высота в метрах в масштабе 1:1 за 0,0 м принята отметка 510,0 м)

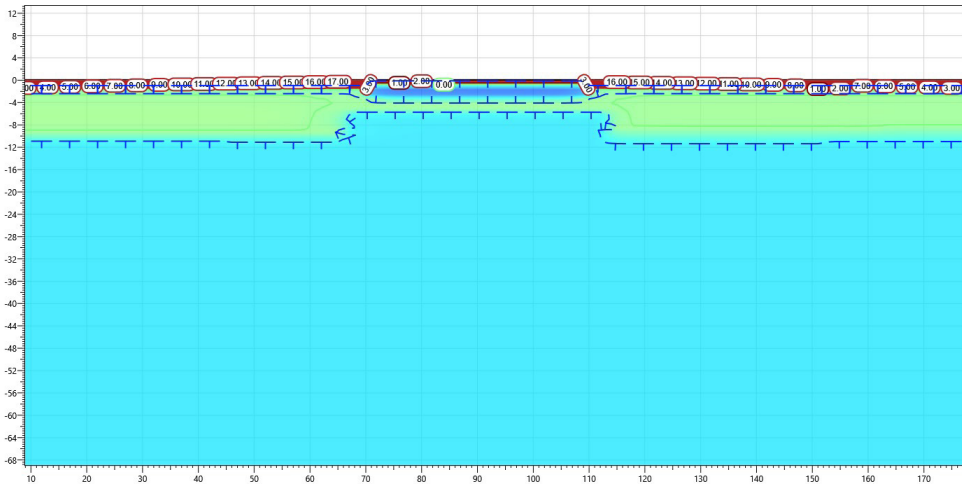


Рис. 4. Фрагмент температурного поля под центром здания на 15.06.2023

Расчеты, выполненные с учетом солнечной радиации и глобального потепления, показали, что кровля многолетнемерзлых грунтов за пределами контура здания за 50 лет опустилась на 9,5 м с глубины 10,5 до 20 м. При этом поверхностный фундамент здания, совмещенный с тепловым насосом, обеспечивает мерзлое состояние грунтов основания.

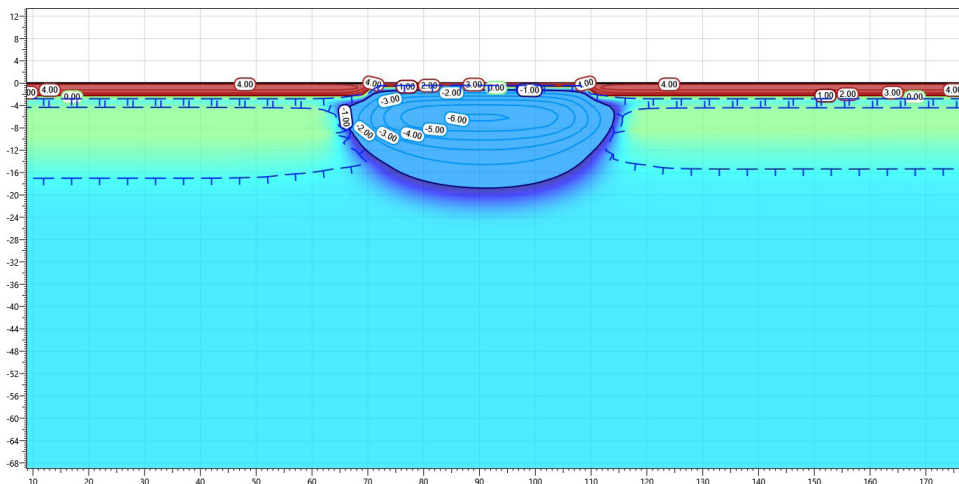


Рис. 5. Фрагмент температурного поля под центром здания на 15.10.2052

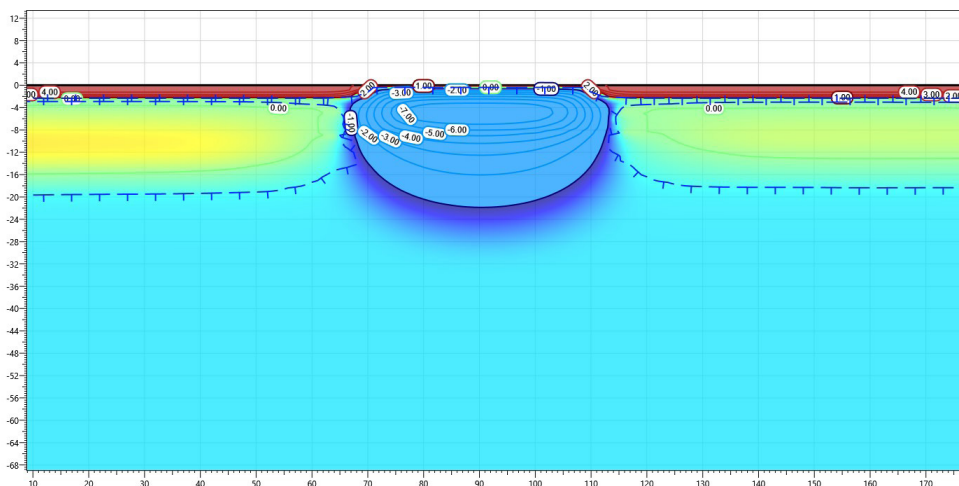


Рис. 6. Фрагмент температурного поля под центром здания на 15.10.2072

Таким образом, все рекомендуемые мероприятия по сохранению основания в мёрзлом состоянии, а именно предварительное промораживание грунтов термосифонами и использование фундамента со встроенными контурами теплового насоса приведут к понижению температурного режима грунтов, несмотря на наличие тренда повышения среднегодовой температуры воздуха.

Преимущества предлагаемой конструкции

Для выявления экономического эффекта от применения ТН сравнивалось два варианта строительства здания лабораторного корпуса: вариант 1 с ТН и вариант 2 (проектное решение) с воздушной охлаждающей системой в виде вентилируемого подполья и термосифонами (рис. 7).

Вариант 1 включает в себя поверхностный фундамент в виде железобетонной плиты со встроенными греющими и охлаждающими контурами теплового насоса марки CR 185-3. Фундамент опирается на насыпь из талого крупнозернистого песка, которая в отопительные периоды эксплуатации здания замораживается тепловым насосом. Поскольку район исследований характеризуется наличием мерзлоты неслюющего типа, талый слой грунта предварительно, до устройства планировочной насыпи, промораживается 153 термосифонами марки ТК 32/7,0.М-03.

Вариант 2 – здание выполнено с устройством проветриваемого подполья высотой от 1,5 до 2,1 м. В качестве фундаментов приняты сваи из металлических труб. Сваи погружаются буроопускным способом. Пазухи и внутренняя полость заполняются цементно-песчаным раствором М150. Сваи диаметром 159, 219 и 325 мм и длиной от 10 до 15 м. Для обеспечения сохранения твердомерзлого состояния грунтов основания в подполье здания размещены термосифоны (ГСС-17са-и, ГСС-15са2-и).

Расчет стоимости капитальных вложений по двум вариантам представлен в табл. 3 – 4.

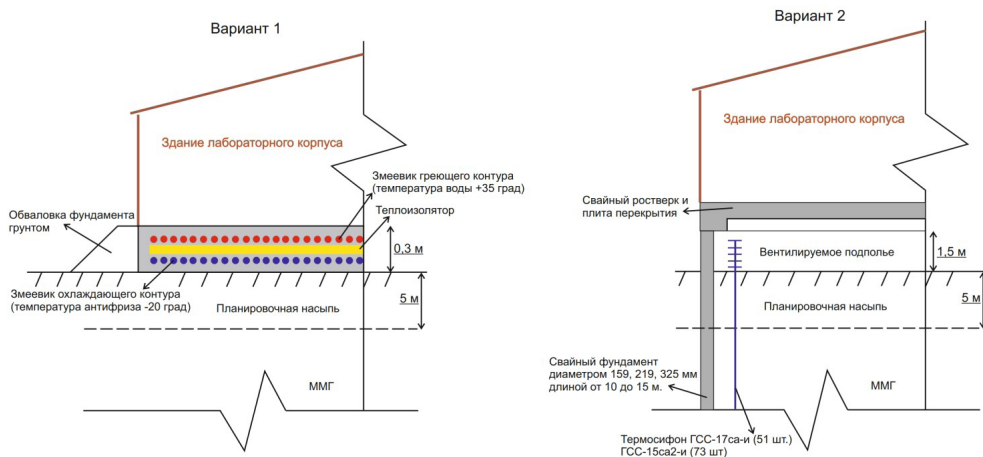


Рис. 7. Варианты фундаментирования здания лабораторного корпуса.

Слева – здание на поверхностном фундаменте (вариант 1); справа – здание на свайном фундаменте (вариант 2)

Таблица 3. Расчет стоимости капитальных вложений при строительстве здания на свайном фундаменте с термосифонами [10]

Наименование работ	Ед. изм	Кол-во	Сметная стоимость	
			на ед. измер.	общая
Свайное основание				
Устройство буроопускных свай методом шнекового бурения в сезонно-талых грунтах (с применением обсадных труб) для объектов Якутского центра газодобычи, диаметром 159 мм в грунтах 2 группы	п.м сваи	28	3500	98000
Сухой непучинистый грунт	м ³	1,42	1801	2557
Цементно-песчаный раствор М150 Пк4 по ГОСТ 28013-98	м ³	0,45	7685	3458
Устройство буроопускных свай методом шнекового бурения в сезонно-талых грунтах (с применением обсадных труб) для объектов Якутского центра газодобычи, диаметром 219 мм в грунтах 2 группы	п.м сваи	224	4200	940800
Сухой непучинистый грунт	м ³	9,46	1801	17038
Цементно-песчаный раствор М150 Пк4 по ГОСТ 28013-98	м ³	7,25	7685	55713
Устройство буроопускных свай методом шнекового бурения в сезонно-талых грунтах (с применением обсадных труб) для объектов Якутского центра газодобычи, диаметром 325 мм в грунтах 2 группы	п.м сваи	210	5200	1092000
Сухой непучинистый грунт	м ³	12,36	1801	22261
Цементно-песчаный раствор М150 Пк4 по ГОСТ 28013-98	м ³	15,74	7685	120955
Устройство буроопускных свай методом шнекового бурения в многолетнемерзлых грунтах (без применения обсадной трубы) для объектов Якутского центра газодобычи, диаметром 159 мм в грунтах 4 группы	п.м сваи	22	2900	63800
Цементно-песчаный раствор М150 Пк4 по ГОСТ 28013-98	м ³	1,43	7685	10989
Устройство буроопускных свай методом шнекового бурения в многолетнемерзлых грунтах (без применения обсадной трубы) для объектов Якутского центра газодобычи, диаметром 219 мм в грунтах 4 группы	п.м сваи	450	3900	1755000
Цементно-песчаный раствор М150 Пк4 по ГОСТ 28013-98	м ³	33,5	3500	117250
Устройство буроопускных свай методом шнекового бурения в многолетнемерзлых грунтах (без применения обсадной трубы) для объектов Якутского центра газодобычи, диаметром 325 мм в грунтах 4 группы	п.м сваи	470	5500	2585000
Цементно-песчаный раствор М150 Пк4 по ГОСТ 28013-98	м ³	82,83	7685	636514

Продолжение таблицы 3

Наименование работ	Ед. изм	Кол-во	Сметная стоимость	
			на ед. измер.	общая
Бурение скважин глубиной до 10 м вращательным способом (с продувкой сжатым воздухом) диаметром 300 мм (300 мм) в грунтах 7 группы (долотами типа 311,1 Т)	м	16,8	15345	257796
Бурение скважин глубиной до 10 м вращательным способом (с продувкой сжатым воздухом) диаметром 300 мм (319 мм) в грунтах 7 группы, (долотами типа 311,1 Т)	м	134,4	15345	2062368
Бурение скважин глубиной до 10 м вращательным способом (с продувкой сжатым воздухом) диаметром 450 мм (425 мм) в грунтах 7 группы (долотами типа 444,5 Т)	м	126	23265	2931390
Установка в готовые скважины стальных свай объемом до 0,2 м ³	м ³	15,84	1250	19792
Свая из стальной трубы 219х8,0-С255-ТУ 1380-123-05757848-214 длина до 11 м с наконечником	т	54,2	28345	1536299
Свая из стальной трубы диаметр 325х8,0-С255-ТУ 1380-123-05757848-2014 длина до 11 м с наконечником	т	29,6	55342	1638123
Свая из стальной трубы 219х8,0-С255-ТУ 1380-123-05757848-2014 длина более 11 м с наконечником	т	41,69	40590	1692197
Свая из стальной трубы диаметр 325х8,0-С255-ТУ 1380-123-05757848-2014 длина более 11 м с наконечником	т	17,05	63679	1085727
Свая из стальной трубы 159х8,0-С255-ТУ 1380-123-05757848-2014 с открытым концом (с анкерными элементами)	т	2,41	23960	57744
Монтаж оголовков свай из тл/л стали	т	3,11	20183	62769
Стоимость м/к из стали С245 ГОСТ 27772-2015 [11]	т	7,86	60317	474092
Крепеж (болты)	т	0,68	58540	39807
Монтаж фундаментных балок	т	4,43	8915	39493
Обезжиривание поверхности стальных свай	м ²	592,5	2,34	1386
Обеспыливание поверхности стальных свай	м ²	592,5	1,12	664
Устройство антикоррозионного покрытия	м ²	592,5	14,66	8686
Термостабилизаторы				
Термостабилизатор ГСС-17са-и [12]	шт	51	18000	918000
Шнековое бурение скважин в грунтах группы 4 (диаметр скважины 114 мм)	м	841,5	600	504900
Заполнение скважин песчано-глинистым раствором состава 1:1 влажностью 50%	м ³	6,987	176	1230
Термостабилизатор ГСС-15са2-и [12]	шт	73	21000	1533000

Продолжение таблицы 3

Наименование работ	Ед. изм	Кол-во	Сметная стоимость	
			на ед. измер.	общая
Шнековое бурение скважин в грунтах группы 4 (диаметр скважины 114 мм)	м	1058,5	600	635100
Заполнение скважин песчано-глинистым раствором состава 1:1 влажностью 50%	м ³	9,855	176	1734
Планировочная насыпь				
Планировочная насыпь из местного песка	м ³	2700	593,20	1601640
		Сумма	24 625 273 руб.	

Таблица 4. Расчет стоимости капитальных вложений при использовании поверхностного фундамента со встроенными контурами теплового насоса [10]

Наименование работ	Ед. изм	Кол-во	Сметная стоимость	
			на ед. измер.	общая
Фундамент				
Бетон	м ³	129,6	13037	1689595
Устройство железобетонных фундаментов общего назначения объемом: до 25 м ³	1 м ³ бетона в деле	129,6	79,71	10330
Арматурная сетка и её монтаж [6]	м ²	570,96	200	114192
Тепловой насос	шт.	1	1991800	1991800
Трубы системы охлаждения и отопления и их установка	м	6160	194	1195040
Изоляция	м ³	32,4	1134	36742
Термостабилизаторы				
Термостабилизатор ТК 32/7,0.М-03 [12]	шт.	153	9356,22	1431502
Шнековое бурение скважин в грунтах группы 4 (диаметр скважины 44 мм)	м	1001	250	250250
Заполнение скважин песчано-глинистым раствором состава 1:1 влажностью 50%	м ³	1,54	176	271
Планировочная насыпь и обваловка				
Планировочная насыпь из привозного крупнозернистого песка	м ³	2700	1009	2724300
Обваловка поверхностного фундамента местным грунтом [2]	м ³	201*1	550	110550
		Сумма	9 554 572 руб.	
*1 Объем подсыпки для обваловки поверхностного фундамента определяется по формуле:				
$V_{\text{под}} = (B_{\text{зд}} + 2) \cdot (L_{\text{зд}} + 2) \cdot h_{\text{под}} + 1,5 \cdot h_{\text{под}}^2 \cdot (B_{\text{зд}} + L_{\text{зд}} + 4),$				
где $B_{\text{зд}}$ – ширина здания, 15 м; $L_{\text{зд}}$ – длина здания, 36 м; $h_{\text{под}}$ – высота поверхностного фундамента, 0.3 м.				

Экономический эффект определяется по формуле [2]:

$$\Delta = Z_2 - Z_1, \text{ или} \quad (3)$$

$$\Delta_{\text{от}} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где Z_1, Z_2 – текущие затраты по вариантам 1 и 2, руб./год или %.
Текущие затраты по вариантам [2].

$$\text{Вариант 1: } Z_1 = p \cdot K_1 + C_{\Delta} \cdot Q_1, \quad (5)$$

$$\text{Вариант 2: } Z_2 = p \cdot K_2 + \frac{C_{\Delta}}{m} Q_2, \quad (6)$$

где p – ставка погашения банковского кредита, 0,12 1/год; K_1, K_2 – сумма капитальных вложений по вариантам 1 и 2 в руб., по данным таблиц 3 – 4; C_{Δ} – тариф на электроэнергию, 3,2 руб./кВт·ч; m – отношение тарифа на электрическую энергию к тарифу на тепловую, 3,24; Q_1, Q_2 – затраты тепла на обогрев помещения по вариантам 1 и 2, кВт·ч.

$$Q_1 = (q_2 + q_3) \cdot S \cdot t_{\text{он}} / (COP - 1), \quad (7)$$

$$Q_2 = (q_3 + (q_2 + q_3) / (COP - 1)) \cdot S \cdot t_{\text{он}}, \quad (8)$$

$t_{\text{он}}$ – продолжительность отопительного сезона.

Результаты расчета представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты расчета экономического эффекта от применения поверхностного фундамента со встроенным контуром ТН по сравнению со свайным фундаментом с термосифонами

	Сумма капитальных вложений, руб	Затраты тепла на обогрев помещения, кВт·ч	Текущие затраты в одном году, руб.	Экономический эффект, 1/год	Экономический эффект, %
Вариант 1 (ТН)	9 554 572	160 877	1 661 355	1 341 841	55,3
Вариант 2 (свайный фундамент)	24 625 273	190 302	3 003 196		

Из таблиц 3 – 5 следует, что поверхностный фундамент, совмещенный с тепловым насосом, дает большую экономию капитальных вложений (61,2%) и текущих затрат (55,3%) по сравнению со свайным, за счет расположения фундамента на дневной поверхности без его заглубления в грунт и выполнением фундаментом одновременно трех функций: передачи нагрузки от здания на основание, охлаждения основания и обогрева помещения. Также данный тип фундамента возможно

многоразово использовать и изготавливать на строительной площадке. Основное преимущество поверхностного фундамента со встроенными контурами теплового насоса, по сравнению со свайным фундаментом с термосифонами – в независимости охлаждения грунтов основания от климатических изменений.

Заключение

Подводя итог проделанной работе, можно отметить, что выбранная новая конструкция фундамента позволяет надежно купировать негативные последствия глобального потепления климата в районах распространения высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов, и по сравнению с широко применяемыми в настоящее время в указанных районах свайными фундаментами и термосифонами имеет следующие преимущества:

- гарантированно обеспечивает мерзлое состояние грунтов основания независимо от климата;
- осуществляет обогрев помещений первого этажа здания;
- уменьшает расход электрической энергии на обогрев помещений по сравнению с расходом энергии в электрических котлах;
- снижает сумму капитальных затрат на строительство за счет расположения фундамента на дневной поверхности без его заглубления в грунт и выполнением фундаментом одновременно трех функций: а) передачи нагрузки от здания на основание, б) охлаждения основания, в) обогрева помещения.

Освещенный в работе новый способ сохранения мерзлого состояния грунтов в основании здания, по нашему мнению, будучи использован на практике, станет хорошим ответом на новый природный вызов – глобальное потепление климата.

Список источников

1. Хрусталева Л.Н., Хилимонюк В.З., Перльштейн Г.З., Каманин Д.В. Поверхностный фундамент сооружения, обеспечивающий сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии с одновременным обогревом сооружения. Патент № 2583025, Бюл. № 12, 2016.
2. Хрусталева Л. Н., Хилимонюк В. З. Новый фундамент для зданий в Арктике // Криосфера Земли.– 2018. – Т. 22, № 4. – С. 25–30.
3. Песоцкий Д.Г. Программа расчета теплового взаимодействия сооружений с многолетнемерзлыми грунтами QFrost. Свидетельство № 2016614404. Государственный реестр программ для ЭВМ, 22.04.16.

4. Каталог GRUNDFOS. Вертикальные многоступенчатые центробежные насосы. [Электронный источник] – <http://mnk-rus.com/d/databooklet-cr-91830035-0616.pdf>. Дата обращения – 26.01.2022.
5. Рекомендации по проектированию и устройству зданий на подсыпках в районах распространения вечномёрзлых грунтов / НИИОСП, М., 1977. 39 с.
6. Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. Учебник. Высшая школа, М., 1989
7. Сортамент арматурных сеток [Электронный источник] <https://mbaza24.ru/katalog-prokata/svarnaya-setka>. Дата обращения 05.09.2022.
8. Хрусталева Л.Н., Пармузин С.Ю., Емельянова Л.В. Надежность северной инфраструктуры в условиях меняющегося климата. – Москва, Университетская книга, 2011, 260 с.
9. Горбунова А. А. Прогноз температуры воздуха для целей геотехники // Сборник докладов Шестой конференции геокриологов России. Мониторинг в криолитозоне с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов МГУ имени М.В. Ломоносова, 14–17 июня 2022 г. / Под ред. Р. Г. Мотенко. – КДУ, Добросвет Москва, 2022. – С. 582–589.
10. ГЭСН-2022. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы и специальные строительные работы.
11. Стоимость м/к из стали С245 ГОСТ 27772-2015. [Электронный источник] - <https://www.metalloprokat.ru/list/listi/s245/> Дата обращения 10.12.2022.
12. Стоимость термостабилизаторов. [Электронный источник] – <https://www.npo-fsa.ru/sites/default/files/kcfinder/files/Price-list%20termostabilizatorov%20%20%202015.pdf> Дата обращения 10.12.2022.

Сведения об авторе

Горбунова Алина Александровна, 2000 г. р. Студент 2-го курса магистратуры геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра геокриологии. Сфера научных интересов: геотехника в криолитозоне.

Статья поступила в редакцию 20.02.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on February 20, 2023, accepted for publication on March 31, 2023.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 1. (118). С. 56-70.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. № 1. (118). P. 56-70.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 574.5, 571.121

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.004

ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ХАДАТА-ЮГАН-ЛОР

*Александр Сергеевич Красненко¹, Александр Сергеевич
Печкин², Роман Александрович Колесников³, Елена
Владимировна Шинкарук⁴, Руслан Михайлович Ильясов⁵*

^{1, 2, 3, 4, 5}Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹aleks-krasnko@yandex.ru

²a.pechkin.ncia@gmail.com

³roman387@mail.ru

⁴elena1608197@mail.ru

⁵frandy@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты оценки современного состояния озера Большое Хадата-Юган-Лор. В статье рассматриваются основные гидролого-гидрохимические и гидробиологические (макрозообентос) характеристики озера и их изменение за период с 2001 по 2022 год. Установлено, что озеро не испытывает значительной антропогенной нагрузки, в водоеме концентрация основных загрязнителей ниже предела обнаружения. При этом озеро и его прибрежная территория используется в рекреационных целях как жителями Ямало-Ненецкого автономного округа, так и туристами из других регионов. Озеро олиготрофного типа. Фиксируется высокое содержание кислорода в воде. За последние 20 лет численность и биомасса донных беспозвоночных существенно не изменились.
Ключевые слова: гидрохимия, гидробиология, поверхностные воды, Арктика, макрозообентос, озеро Большое Хадата-Юган-Лор, Полярный Урал.

Цитирование: Красненко А.С., Печкин А.С., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В., Ильясов Р.М., Гидролого-гидробиологическая характеристика озера Большое Хадата-Юган-Лор // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 56–70, doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.004

Original article

HYDROLOGICAL-HYDROCHEMICAL AND HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LAKE BIG KHADATA- YUGAN-LOR

*Aleksandr S. Krasnenko*¹, *Aleksandr S. Pechkin*²,
*Ruslan M. Ilyasov*³, *Elena Shinkaruk*⁴

^{1, 2, 3, 4, 5}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹*aleks-krasnrrnko@yandex.ru*

²*a.pechkin.ncia@gmail.com*

³*roman387@mail.ru*

⁴*elena1608197@mail.ru*

⁵*frandly@mail.ru*

Abstract. The work presents the results of an assessment of the current state of Lake Big Khadata- Yugan-Lor. The article discusses the main hydrological, hydrochemical and hydrobiological (macrozobentos) characteristics of the lake and their change for the period from 2001 to 2022. It was established that the lake does not experience significant anthropogenic load, in the reservoir the concentration of the main pollutants below the detection limit. At the same time, the lake and its coastal territory are used for recreational purposes both by residents of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug and tourists from other regions. Oligotroph Lake. The high oxygen content in water is fixed. Over the past 20 years, the number and biomass of the bottom invertebrates have not changed significantly.

Keywords: hydrochemistry, hydrobiology, surface water, Arctic, macrozobentos, Lake Big Khadata- Yugan-Lor, Polar Urals.

Citation: Krasnenko A.S., Pechkin A.S., Kolesnikov R.A., Shinkaruk E.V., Ilyasov R.M., hydrological and hydrogenological characteristics of Lake Big Khadata-Yugan-Lor // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. 2023. (118). No. 1. S. 56–70, doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.004

Введение

На территории восточного макросклона Полярного Урала насчитывается 1259 озер. Распространены каровые, моренные и плотинные озера. Последние сформированы в троговых долинах в результате подпруживания рек мореной или конусами выноса. Тектоническое происхождение имеют озера Большое и Малое Щучье. В долинах рек встречаются пойменные озера. Термокарстовые озера приурочены к местам протаивания и проседания грунта заболоченных днищ трогов.

Питание озер происходит за счет талых и дождевых вод. В течение года уровни воды в озерах существенно колеблются. Площадь зеркала воды большинства озер обычно не более 2 км². Наиболее крупными озерами восточного макросклона Полярного Урала являются Большое Щучье (площадь 11,74 км²), Малое Щучье, Большое и Малое Хадата-Юган-Лор. Они находятся на территории природного парка «Ингилор». Большое и Малое Щучье входят в заповедную зону, Большое и Малое Хадата-Юган-Лор в природоохранную. [Ковешников 2019, Агбалян 2017 и др.]

В настоящее время озеро Большое Хадата-Юган-Лор активно используется в качестве мест «дикого» туризма. Несмотря на его включение в состав природного парка и на возрастающую туристическую нагрузку, гидролого-гидрохимических и гидробиологических исследований озера практически не было. Изучение этих характеристик озера является важной задачей как в научном, так и практическом отношении. Цель настоящей работы – оценка современного состояния озера Большое Хадата-Юган-Лор, изучение его гидролого-гидрохимических и гидробиологических особенностей.

Материалы и методы

Озеро Большое Хадата-Юган-Лор расположено в северной части Полярного Урала, занимает дно троговой долины на высоте 214,5 м. Питается тальми водами снежников и ледников, а также стоком из озера Малое Хадата-Юган-Лор. Площадь водосбора – 127 км², по удельному водосбору водоем относится к озеру со средним удельным водосбором – 49,6.

В территориально-административном отношении озеро находится в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Оно расположено на расстоянии 122 км на север северо-запад от г. Салехард и в 83,4 км на восток от г. Воркута (рисунок 1).

Гидролого-гидрохимические и гидробиологические исследования озера Большое Хадата-Юган-Лор выполнены в рамках проекта «Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру

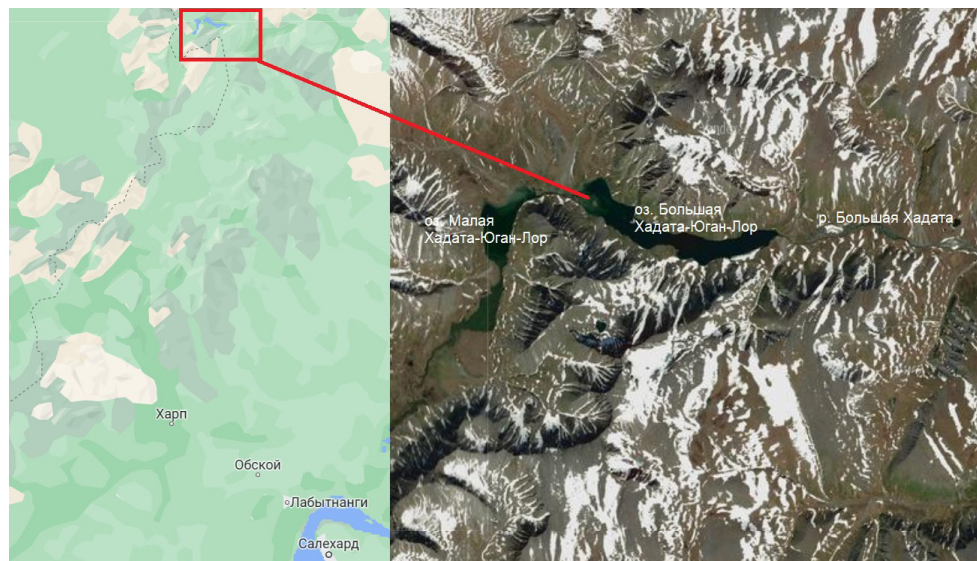


Рис. 1. Схема расположения озера Большая Хадата-Юган-Лор

Ямало-Ненецкого автономного округа» реализуемого при организационной поддержке Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа.

Полевые работы осуществлялись в третьей декаде июля 2022 года. Пробы воды и донных отложений были отобраны в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020 «Национальный стандарт Российской Федерации. Вода. Общие требования к отбору проб». Пробы воды отбирались с помощью батометра Нискина. Отбор проб донных отложений выполнен дночерпателем Петерсена. Пробы отбирались на участках пяти створов расположенных в краевых и центральной частях озера Большое Хадата-Юган-Лор (рисунок 1). Отбор водных проб, а также измерения температуры воды проведены на глубинах 20, 10 и 0,1 метров.

В полевых условиях проводилось определение растворенного кислорода, удельной электропроводности (УЭП), водородного показателя (рН). Определение содержания растворенного кислорода выполнялось с помощью кислородомера АНИОН 7040, температуру воды, УЭП и рН измеряли многопараметровым анализатором HI98129.

В химико-аналитической лаборатории ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» были проведены следующие анализы: определение водородного показателя рН методом прямой потенциометрии иономером лабораторным «И-160МИ»; удельной электропроводности (УЭП) при температуре 20 °С кондуктометрическим методом на лабораторном рН-метре «АНИОН 4100»; содержание хлоридов, веществ аммонийной группы, фосфатов, сульфатов выполнено с помощью спектрофотометра ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ; определение концентрации нефтепродуктов,

фенолов, анионов активно-поверхностных веществ (АПВ) выполнено флуориметрическим методом на анализаторе жидкости люминесцентно-фотометрическом «Флюорат-02-5М»; количество сухого остатка и взвешенного вещества определено гравиметрическим методом; жесткость воды и перманганатная окисляемость – титриметрическим методом. Дана характеристика цветности и мутности воды. Проведение анализов химического состава вод и обработка результатов осуществлялись по стандартным методикам при постоянном внутрилабораторном контроле. Полученные результаты сравнивали со значениями ПДК водных объектов рыбохозяйственного назначения [Нормативы..., 2016].

Бентосные пробы собирали в преобладающих биотопах. На мягких грунтах использовали дночерпатель Петерсена, на песках и в зарослях – сачок-промывалку с капроновым газом № 23 (размер ячеек 350 мкм). Пробы фиксировали 95%-м этиловым спиртом. Камеральная обработка проведена стандартными методами с использованием микроскопов МБС-10 ЛОМО с фотонасадками. Организмы, собранные в 2022 году, определены Красненко А.С., таксономическую идентификацию зообентоса проводили с использованием общепринятых определителей.

Для сравнения видовых составов водоёма использовался коэффициент Жаккара в модификации Л.И. Малышева (K_{j-m}):

$$K_{j-m} = \frac{3c - (a + b)}{(a + b) - c}$$

где, a – число видов в одном водоеме; b – число видов в другом водоеме; c – число видов, общих для двух водоемов. Пределы K_{j-m} от $+1$ до -1 , при $K_m < 0$ отмечается различие, а при $K_{jm} > 0$ – сходство родовых и видовых составов сравниваемых водоемов.

Для сравнения фаун применялся индекс общности фаун Чекановского – Соренсена (I_{cs}):

$$I_{sc} = \frac{2n * 100}{N_1 + N_2}$$

где, n – количество видов, общих для обоих сравниваемых водоемов; $N_1 + N_2$ – общее количество видов в первом и втором сравниваемых водоемах. Индекс общности фаун Чекановского – Соренсена выражается в процентах и показывает количество видов общих для двух водоемов.

Измерение глубин озера проводилось при помощи эхолота-картплоттера Garmin Echomap PLUS 62cv. Батиметрическая карта составлена по материалам промеров, проведенных с 19 по 28 июля 2022 г. Плотность промерных точек составляет 2400 на 1 км². Полученные данные обрабатывались в программе Microsoft Excel, а сами карты были построены с помощью геоинформационной системы QGIS.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ полученных в 2022 году данных с литературными данными 2004 года показывает, что существенно морфометрические характеристики водного объекта за 18 лет не изменились (таблица 1). Озеро имеет вытянутую с севера-запада на восток форму, длина составляет 5,06 км, ширина изменяется от 322 м до 936 м, площадь зеркала воды 2,56 км². Средняя глубина составляет 5,5 м. Максимальная глубина – 26 м. Показатель емкости озера – 0,21. Коэффициент глубинности – 4,02. По показателю открытости относится к умеренно открытым – коэффициент открытости 0,4. Береговая линия сильноизрезанная – коэффициент изрезанности 2,2.

Таблица 1. Морфометрическая характеристика озера Большое Хадата-Юган-Лор

Морфометрические характеристики	Значения 2004 года [Богданов, 2004]	Значения 2022 года
Площадь водного зеркала, км ²	2,61	2,56
Длина озера, км	5,46	5,06
Максимальная ширина, м	800	936
Средняя ширина, м	478	468
Максимальная глубина, м	18,5	26
Средняя глубина, м	5,5	6
Коэффициент емкости озера	-	0,21

Рельеф дна достаточно сложен. В северо-западной части преобладают глубины 2-3 м, реже 6-7 м, при этом на севере этой части озера наблюдается участок с наибольшей глубиной в озере – 26 м. В центральной части озера глубины достигают 10-12 м.

Область наибольших глубин представляет собой незначительные по площади впадины, расположенные у северного и южного берега в восточной части озера. У южного берега глубина достигает 12-13 м, максимальная глубина 24 м, а у северного глубины около 20 м. При максимальной глубине на втором створе 26 м (рисунки 2 и 3).

Дно озера покрыто значительными участками крупнообломочного материала (береговая зона центральной и восточной части озера). Дно мелководной части озера представлено заиленным песком. Берега озера каменистые.

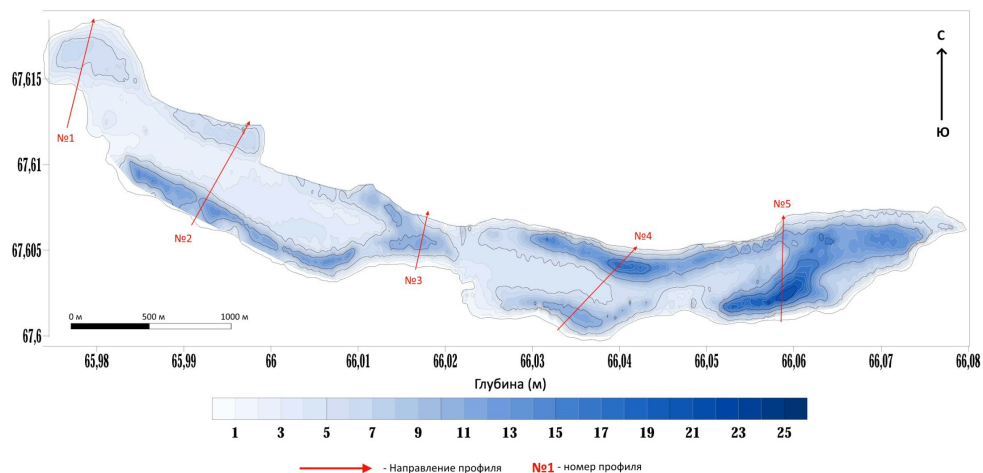


Рис. 2. Карта глубин и направление профилей озера Большое Хадата-Юган-Лор

Прозрачность воды колеблется в зависимости от стока впадающих в озеро ледниковых ручьев, несущих большое количество тонкоизмельченных минеральных частиц и медленно оседающих продуктов ледниковой эрозии. В июле прозрачность достигает 4,4 м, а в августе, когда сток ледниковых ручьев уменьшается, — до 7 м. Цвет воды зеленый.

В верхних слоях водной толщи содержание кислорода превышает 90%. Расчет степени насыщения воды кислородом с глубиной существенно не изменяется и в среднем составляет около 80%. Концентрация растворенного кислорода и степень насыщения им воды имеют повышенные значения за счет отсутствия в водоеме процессов эвтрофикации. Озеро относится к олиготрофному типу водоемов. За счет своего расположения в центре гористой местности у водоема хорошая аэрация. В летнее время значительное количество кислорода поступает с талыми водами и за счет дождевых осадков, а также в результате его привноса с водой, поступающей с ближайших снежников и ледника ИГАН.

Температура воды поверхностном слое в течение дня существенно не изменяется от 10,5°C до 15°C и в среднем составляла около 13°C. Показатель кислотности pH воды варьирует от 6,9 до 7,2. Среднее значение УЭП составляет $18,7 \pm 5,6$ мкСм/см. Однако стоит отметить, что максимальное значение — 29,9 мкСм/см выявили в створе № 5. Вероятно, что высокое значение УЭП в этом створе обусловлено привносом мелкодисперсного материала (ледниковая мука) с водами ручья, текущего с ледника ИГАН, что повышает минерализацию озера в этом месте (таблица 2).

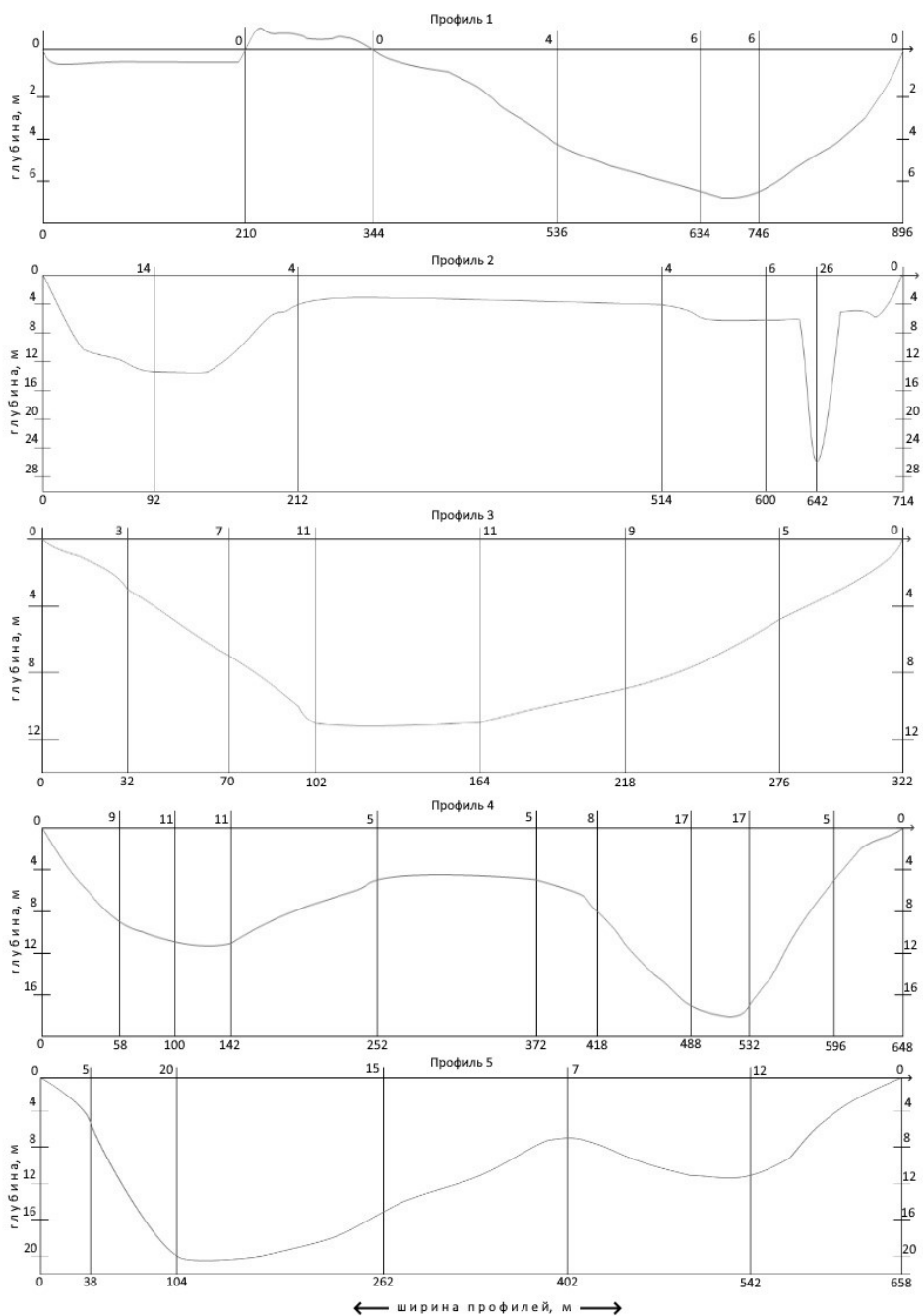


Рис. 3. Профили створов озера Большое Хадата-Юган-Лор

Таблица 2. Гидрохимические показатели оз. Большое Хадата-Юган-Лор

Показатели	Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3	Створ № 4	Створ № 5
УЭП, мкСм/см	15,6±0,3	15,4±0,3	16,2±0,3	16,5±0,3	29,9±0,6
рН, ед. рН	6,9±0,2	7,1±0,2	7,0±0,2	7,0±0,2	7,2±0,2
Цветность, градусы цветности	1±0	1±0	Менее 0,1	Менее 0,1	28±6
Мутность, мг/дм ³	Менее 0,58	Менее 0,58	Менее 0,58	Менее 0,58	Более 8,7 (20)
Прозрачность, см	Более 40	Более 40	Более 40	Более 40	28,0±0,3
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	8±2	9±2	10±2	10±2	16±3
Сухой остаток, мг/дм ³	12±2	12±2	13±2	11±2	18±3

По результатам лабораторных исследований выявлено, что вода во всех створах не содержит загрязняющих веществ и относится к категории «чистая». В пробах воды не обнаружено концентраций нефтепродуктов и АПАВ, которые являются основными антропогенными загрязнителями. В створе № 5 наблюдается несколько более высокое по сравнению с другими пробами содержание железа (0,29 мг/дм³). По данному показателю в створе № 5 есть превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов (2,9 ПДК). Также в этом створе выше показатель минерализации. Высокие показатели по содержанию железа и минерализации характерны для данной территории, и чаще всего превышения ПДК в условиях отсутствия производственных объектов связаны с природным фактором. По химическому составу вода относится к гидрокарбонатному классу со слабой минерализацией (таблица 3).

Таблица 3. Элементный состав оз. Большое Хадата-Юган-Лор

Показатели	Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3	Створ № 4	Створ № 5	ПДК*
Нефтепродукты, мг/дм ³	ниже предела обнаружения					0,05
Ионы аммония, мг/дм ³	0,141±0,042	0,145±0,043	0,137±0,041	0,139±0,042	0,284±0,057	0,5
Нитриты, мг/дм ³	Менее 0,003	Менее 0,003	Менее 0,003	Менее 0,003	0,022±0,011	0,08
Нитраты, мг/дм ³	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	0,105±0,032	40
Фосфат-ионы, мг/дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	0,055±0,009	0,05

Продолжение таблицы 3

Показатели	Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3	Створ № 4	Створ № 5	ПДК*
Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	2,55±0,25	2,71±0,27	2,79±0,28	2,75±0,27	3,27±0,33	не норм.
Взвешенное вещество, мг/дм ³	0,65±0,14	0,75±0,17	1,0±0,2	1,3±0,2	21±3	не норм.
Жесткость, °ж	0,10±0,05	0,13±0,05	0,16±0,05	0,19±0,05	0,18±0,05	12
АПАВ, мг/дм ³	Ниже предела обнаружения					0,1
Железо общее, мг/дм ³	0,156±0,031	0,152±0,030	0,151±0,030	0,145±0,029	0,29±0,06	0,1
Кальций, мг/дм ³	5,1±0,8	5,9±0,9	5,9±0,9	5,7±0,9	6,7±1,0	180
Сульфаты, мг/дм ³	Менее 2	Менее 2	Менее 2	Менее 2	4,4±0,8	100
Хлориды, мг/дм ³	0,48±0,20	0,58±0,21	0,58±0,21	0,58±0,21	0,58±0,21	300

*Приказ № 552 Минсельхоза РФ от 13.12.2016 «Водные объекты рыбохозяйственного назначения ПДК».

Донные беспозвоночные животные составляют неотъемлемую часть биоценозов пресных водоемов. Они играют важную роль в процессах трансформации веществ и энергии как внутри водных экосистем, так и между ними и наземными экосистемами. Участвуя в создании качественного и количественного разнообразия водной биоты, организмы зообентоса являются важными компонентами в питании ценных промысловых видов рыб. Состав донного населения водоемов относительно постоянен, пока находится в условиях, в которых сформировался. При изменении условий из него выпадают целые группы беспозвоночных животных и происходят изменения таксономического состава зообентоценозов [Баканов, 2000].

Инвентаризация фауны и флоры водоемов Полярного Урала, не подверженных в настоящее время усиленной антропогенной нагрузке, дает ценный материал для решения вопросов биогеографии этого региона, лежащего на стыке Европы и Азии, служит для общего познания структуры и динамики естественных биоценозов горных водоемов. Наряду с другими компонентами водных экосистем донная фауна водоемов и водотоков данного региона практически не изучена [Лешко, Гурович, 1993; Миронова, Покровская, 1964; Степанов, 2002].

В зообентосе исследованного озера (2001 год) найдено 24 вида и формы, относящихся к 12 систематическим группам беспозвоночных животных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди личинок амфибиотических насекомых – 83,3% от общего числа видов. Группа хирономид

включала 13 видов и форм. Олигохеты представлены 2 таксонами. Численность и биомасса бентоса варьировали от 214 до 572 экз./м² и от 1,39 до 5,70 г/м² соответственно. Основу численности и биомассы донных зооценозов составляли в основном личинки хирономид и олигохеты. Наибольшую роль в биомассе бентоса играли личинки ручейников (*Anisogamodes flavipunctatus*) и комаров-долгоножек (*Tipulidae*). В составе хирономид доминировали личинки подсемейств *Orthoclaadiinae* и *Diamesinae* – 51,9% от численности всех хирономид (таблица 4).

Таблица 4. Таксономический состав и показатели развития макрозообентоса озера Большое Хадата-Юган-Лор в 2001 г. [Степанов, 2002] и в 2022 г.

Таксон	2001			2022		
	число видов	численность (экз./м)	биомасса (г/м)	число видов	численность (экз./м)	биомасса (г/м)
Nematoda	+	-	-	+	-	-
Oligochaeta	2	28,9	1,5	1	19,1	0,8
Mollusca	2	-	-	1	-	-
Amphipoda	1	-	-	-	-	-
Ostracoda	+	-	-	-	-	-
Hidracnellae	1	-	-	1	-	-
Plecoptera	+	1,7	0,5	+	1,1	0,1
Coleoptera	1			-	-	-
Trichoptera	2	16,2	48,0	2	17,2	49,3
Tipulidae	1	6,6	44,3	-	-	-
Limoniidae	1	21,7	4,1	1	20,1	3,6
Chironomidae	13	21,4	1,5	11	24,1	1,9
Прочие		3,5	0,1		1,5	-0,1
Число видов	24	346	4,96	20	265	4,82
Число групп	12			8		

По результатам наблюдений в 2022 году, зообентос озера претерпел некоторые изменения (возможно, это связано с погодными условиями отбора проб в литорали водоема). Нами было зарегистрировано только 20 видов и форм, относящихся к 9 систематическим группам беспозвоночных животных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди личинок амфибиотических насекомых (около 80% от общего числа видов). Группа хирономид включает 11 видов и форм. Олигохеты представлены 1 таксоном. Численность и биомасса бентоса варьировали от 128 до 315 экз./м² и от 1,9 до 6,81 г/м² соответственно. Основу численности и биомассы донных зооценозов составляли в основном личинки хирономид и олигохеты. Большую роль в составе бентоса (в районе протоки из озера Малое Хадата-Юган-Лор) играли личинки ручейников (*Anisogamodes*

flavipunctatus). В составе хирономид также доминировали личинки подсемейств Orthocladiinae и Diamesinae – 49,1% от численности всех хирономид (таблица 4). По величине биомассы (4,96 г/м в 2001-м и 4,82 г/м в 2022-м) озеро можно отнести к водоемам с умеренным уровнем развития зообентоса [Китаев, 1984].

При сравнении таксономического состава донных беспозвоночных 2001-го и 2022 годов различия практически отсутствуют, сходство видового состава по коэффициенту Жакара-Малышева составляет 0,91, Индекс общности фаун Чекановского-Соренсена равен 96,5%. Все это говорит о стабильном развитии зооценоза и отсутствии сильных изменений в биоте озера за последние 20 лет.

Заключение

Озерные воды гидрокарбонатного класса, очень слабо минерализованные, бедны органическим веществом. Низкий уровень окислительно-восстановительных процессов выражен в почти равномерном распределении кислорода во всей толще воды. Содержание его летом превышает 90%.

Для гидрохимического состава воды озера характерно отсутствие основных антропогенных загрязнителей. Содержание нефтепродуктов и АПАВ ниже предела обнаружения. Воды относятся к категории «чистые». Озеро относится к олиготрофному типу водоемов, процессы эвтрофикации в водоеме не идут.

По результатам наблюдений в 2022 году было зарегистрировано 20 видов и форм, относящихся к 9 систематическим группам беспозвоночных животных. Таксономический состав, численность и биомасса донных беспозвоночных за период с 2001-го по 2022 годы изменилась незначительно, что говорит о стабильном развитии зооценоза. По величине биомассы (4,96 г/м в 2001-м и 4,82 г/м в 2022-м) озеро можно отнести к водоемам с умеренным уровнем развития зообентоса.

Список источников

1. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор)// Биология внутренних вод, 2000. 11& 1. С. 68-82.
2. Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Гаврилов А.Л., Мельвиченко И.П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. ISBN 5-7691-1534-3.
3. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. Л.: Наука, 1984. 207 с.

4. Лешко Ю.В., Гурович Э.В. Бентос водоемов тундры вдоль трассы Ямал-Центр // Газопровод Ямал-Центр: прогноз изменений и приемы восстановления природной среды. Сыктывкар, 1993. С. 60-69.
5. Миронова Н.Я., Покровская Т.Н. Лимнологическая характеристика некоторых озер Полярного Урала// Накопления вещества в озерах. М., 1964. – С. 102-134.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приложение к Приказу Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552.
7. Степанов Л. Н. Зообентос водоемов Полярного Урала// Биологические ресурсы Полярного Урала. Салехард, 2002. С. 60- 63 (Науч. вести. Вып. 10).
8. Красненко А.С. Сообщество донных беспозвоночных как возможный индикатор климатических изменений в Арктике / А.С. Красненко // Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики : Тезисы докладов международного симпозиума, Салехард, 02–03 декабря 2021 года / Отв. редактор А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. – Ишим: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» в г. Ишиме, 2022. – С. 34.
9. Мониторинг водных объектов в Ямало-Ненецком автономном округе / Р.А. Колесников, Н.В. Юркевич, А.С. Печкин [и др.] // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. В 3 томах, Барнаул, 29 августа – 03 сентября 2022 года. Том 3. – Барнаул: ООО «Пять плюс», 2022. – С. 229-236.
10. Ковешников М.И. Таксономический состав и пространственное распределение зообентоса в озере Большое Щучье (Полярный Урал) / М.И. Ковешников, Е.Н. Крылова, А. С. Красненко // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2019. – № 3 (104). – С. 10-16.
11. Экспедиционные работы сектора экологических и биологических исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» за 2016 год / Е.В. Агбалян, А.С. Красненко, В.О. Кобелев [и др.] // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2017. – № 2 (95). – С. 4-7.

Сведения об авторах

Красненко Александр Сергеевич, 1981 г.р., в 2003-м окончил Ишимский государственный педагогический институт им. П.П. Ершова (в настоящее время ТюмГУ) по специальности «учитель биологии» с дополнительной специальностью «география». В 2011 году защитил диссертацию по специальности «зоология». С 2015 года работает в «Научном центре изучения Арктики» (г. Салехард, Россия). Старший научный сотрудник сектора охраны окружающей среды. Область научных интересов: гиробиология, функционирование водных экосистем, донные беспозвоночные, биоиндикация.

Печкин Александр Сергеевич, 1990 г.р., окончил Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года работает в «Научном центре изучения Арктики» (г. Салехард, Россия). Научный сотрудник. Область научных интересов: геоэкология, экология почв, пожары, гидрология, гидрохимия, геоботаника, снежный покров, ДЗЗ, ГИС, спектрометрирование ландшафтов.

Колесников Роман Александрович, специалист в области охраны окружающей среды, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник сектора геоэкологии ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Является экспертом Национального арктического научно-образовательного консорциума, экспертом ситуационного центра сферы туризма Российского государственного университета туризма и сервиса. Общественный инспектор по охране окружающей среды. Автор и соавтор более 70 научных работ. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, геоэкология, геохимия, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование, экономическая география.

Шинкарук Елена Владимировна, заведующий химико-аналитической лабораторией ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Автор и соавтор более 70 научных публикаций. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, генетика, экология, экологическое волонтерство, просвещение школьников по вопросам охраны окружающей среды.

Ильясов Руслан Михайлович, научный сотрудник сектора геоэкологии ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Автор и соавтор более 40 научных публикаций. ГИС-специалист и картограф. Ключевые научные работы посвящены методам применения технологий БПЛА. Сфера научных интересов: экология, картография, ДЗЗ, ГИС и охрана окружающей среды.

Участие авторов

Красненко А.С. – сбор, определение, анализ материала, работа с текстом.

Печкин А.С. – сбор и первичная обработка материала, работа с текстом.

Колесников Р.А. – работа с картографическим материалом, работа с текстом.

Шинкарук Е.В. – химический анализ и обработка материала, работа с текстом.

Ильясов Р.М. – работа с картографическим материалом, работа с текстом.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 20.02.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on February 20, 2023, accepted for publication on March 31, 2023.

ЭКОЛОГИЯ

ЭКОЛОГИЯ

Научное сообщение

УДК 004.773.5(100):[574.4(212.3):57.033]

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.005

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ОНЛАЙН-СЕМИНАР «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ И СУБАРКТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И КЛИМАТА»

Алёна Юрьевна Левых¹, Юрий Павлович Курхинен^{2,3}

¹*Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия*

²*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия*

³*Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия*

¹*aljurlev@mail.ru*

^{2,3}*kurhinenj@gmail.com*

Аннотация. В статье представлены основные сведения о международном научном онлайн-семинаре «Актуальные вопросы изучения арктических и субарктических экосистем в условиях глобальных изменений природной среды и климата», прошедшем 16 декабря 2022 г. по инициативе государственного автономного учреждения Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики» (г. Салехард): цель семинара, состав организаторов и участников, предмет обсуждения, основные предложения по развитию межрегионального и международного сотрудничества по тематике семинара. **Ключевые слова:** глобальные изменения природной среды, изменения климата, биологическое разнообразие, ландшафтное разнообразие, почвы, полярное земледелие, Арктическая зона.

Цитирование: Международный научный онлайн-семинар «Актуальные вопросы изучения арктических и субарктических экосистем

в условиях глобальных изменений природной среды и климата» / А.Ю. Левых, Ю.П. Курхинен // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 72–81. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.005.

Science Communication

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ONLINE SEMINAR «PRESSING ISSUES OF STUDYING THE ARCTIC AND SUBARCTIC ECOSYSTEMS IN THE CONTEXT OF GLOBAL ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE»

Alyona Yu. Levykh¹, Juri P. Kurhinen^{2,3}

¹*Arctic Research Center, Salekhard, Russia*

²*Forest Research Institute of Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia*

³*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

¹*aljurlev@mail.ru*

^{2,3}*kurhinenj@gmail.com*

Abstract. The article provides basic information on the International Scientific Online Seminar "Pressing Issues of Studying the Arctic and Subarctic Ecosystems in the Context of Global Environment and Climate Change" held on December 16, 2022, at the initiative of the Yamal-Nenets Autonomous District State Autonomic Institution "Research Centre for Arctic Studies" (Salekhard): the purpose of the seminar, the list of organizers and participants, the subject of discussion, the main proposals to develop interregional and international cooperation on the seminar's topic.

Keywords: global environmental change, climate change, biodiversity, landscape diversity, soils, polar agriculture, Arctic zone.

Citation: International Symposium «The Connection between Climate Change and Biological and Landscape Diversity Change in the Arctic and Subarctic Regions» / A.Yu. Levykh, Ju.P. Kurhinen // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. P. 72–81. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.005.

16 декабря 2022 года состоялся международный научный онлайн-семинар «Актуальные вопросы изучения арктических и субарктических экосистем в условиях глобальных изменений природной среды и климата» (далее – Семинар), инициированный государственным автономным учреждением Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», организованный и проведённый при участии ФГБУН «Институт водных и экологических проблем СО РАН» (г. Барнаул), ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (г. Санкт-Петербург), ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень), ФГБУН ФИЦ «Тюменский научный центр СО РАН» (г. Тюмень), ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (г. Петрозаводск), Института ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики (г. Баку).

Целью Семинара явилась организация профессионального общения между представителями научных, образовательных организаций России и зарубежных стран для совместного анализа влияния глобальных изменений природной среды и климата на состояние арктических и субарктических экосистем, определения перспективных направлений для совместных исследований.

В качестве слушателей и докладчиков в семинаре приняли участие 45 исследователей из 11 научных, природоохранных организаций и университетов России, Финляндии (Университет Хельсинки), Азербайджана (Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджана). Со стороны Российской Федерации кроме сотрудников учреждений-организаторов в семинаре приняли участие представители Арктического научно-исследовательского стационара (филиала) ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН» (г. Лабытнанги); ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (г. Омск); ФГБУ «Государственный природный заповедник «Малая Сосва» имени В.В. Раевского» (г. Советский), БУ ХМАО-ЮГРЫ «Природный парк «Кондинские озёра» имени Л.Ф. Сташкевича» (г. Советский), ФГБУ «Национальный парк Водлозерский» (Республика Карелия / Архангельская область).

Предметом обсуждения участников Семинара стали методические подходы к изучению влияния глобальных климатических изменений на природные комплексы, влияние климатических изменений на устойчивость и разнообразие арктических и субарктических экосистем; эколого-климатические риски социально-экономическому развитию Арктической зоны и пути их предотвращения, экологические проблемы урбанизации в Арктике; структура и перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий, состояние популяций редких и малочисленных видов животных и растений в Арктике и Субарктике.

На Семинаре было заслушано и обсуждено 16 докладов. В нескольких выступлениях были доложены результаты действующих международных проектов и рассмотрены перспективы развития международного сотрудничества. Так, в докладе докт. биол. наук Ю.П. Курхинена с соавторами (Карельский научный центр РАН, Университет Хельсинки) были представлены основные результаты и перспективы международного проекта по изучению ареала, экологии, генетики стенобионтного, малочисленного вида – обыкновенной летяги (*Pteromys volans*) в субарктических регионах Европы и Западной Сибири [1-3]. В докладе канд. физ.-мат. наук Э.Ф. Юсифова (Институт ботаники Азербайджана) были рассмотрены результаты сравнительного экологического исследования флоры и эндемизма растений лесных и высокогорных ландшафтов Азербайджана и Полярного Урала в контексте климатических изменений, которые могут послужить заделом для разработки международных фундаментальных и прикладных проектов [4].

В части докладов были освещены используемые в мировой практике междисциплинарные концептуальные подходы к изучению современных изменений природной среды и их влияния на структуру и функционирование экосистем. Так, канд. геогр. наук Н.С. Малыгина (Институт водных и экологических проблем СО РАН) представила оценки вероятностных климатических изменений на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, полученные посредством построения сценарных прогнозов с использованием данных метеостанций ЯНАО (Марре-Сале, им. М.В. Попова, Салехард и Тарко-Сале) за период 1971-2020 гг. и глобальных моделей СМIP5 и СМIP6 (проектов взаимного сравнения связанных моделей – Coupled Model Intercomparison Project – СМIP) [5-6]. Докт. биол. наук, профессор О.П. Баженова (Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина) познакомила с методологией оценки экосистемных услуг, впервые применённой к анализу крупных сибирских рек, и результатами изучения регулирующей экосистемной функции крупнейшего притока реки Обь – Иртыша, основанными на исследовании структуры фитопланктона [7].

В большинстве докладов были освещены исследования современного состояния и тенденций динамики ландшафтов, почв, биологического разнообразия на территории Ямало-Ненецкого автономного округа в контексте климатических изменений и изменений природной среды, обусловленных хозяйственной деятельностью человека.

В докладах докт. биол. наук С.П. Арефьева (Тюменский научный центр СО РАН) и канд. геогр. наук Н.И. Быкова (Институт водных и экологических проблем СО РАН) представлены материалы дендрохронологических исследований, отражающие влияние современных климатических изменений на различные ландшафты Ямало-Ненецкого автономного

округа [8-9]. Канд. геогр. наук Н.С. Малыгина ознакомила с результатами исследования содержания микропластика в снежном покрове ЯНАО, полученными с применением собственных оригинальных методических разработок [10].

Докт. биол. наук, профессор Е.В. Абакумов с коллегами (Санкт-Петербургский государственный университет, Научный центр изучения Арктики) представили материалы многолетних исследований почвенного разнообразия ЯНАО в контексте интенсификации техногенеза и динамики криолитозоны [11-13]. Канд. биол. наук Е.Н. Моргун с коллегами (Научный центр изучения Арктики, Санкт-Петербургский государственный университет) доложили о современных земледельческих практиках коренных народов Севера, применяемых на территории ЯНАО [14-15].

Канд. биол. наук Н.А. Соколова (Арктический научно-исследовательский стационар) с коллегами познакомили с результатами длительных стационарных наблюдений за видами животных – индикаторами состояния тундровых экосистем на полуострове Ямал: на стационаре «Харп» – в 1960-1980, 2011-2022 гг., на стационаре «Еркута» – в 1989-м, 1998–2022 гг., на стационаре «Сабетта» – в 1980-м, 2014–2022 гг., на о-ве Белый – в 2015–2017, 2020–2021 гг. [16].

В ряде докладов были обсуждены результаты исследований по проекту «Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру ЯНАО», выполняемому в 2021–2022 гг. при финансовой поддержке правительства Ямало-Ненецкого автономного округа. Так, докт. геогр. наук Д.В. Черных с коллегами (Институт водных и экологических проблем СО РАН) вынесли на обсуждение результаты детальных ландшафтных описаний ключевого участка в бассейне ручья Гляциологов (приток реки Большая Хадата, Полярный Урал) во взаимосвязи с динамикой летней температуры поверхности почвы в различных ландшафтных обстановках. Исследования выполнены на основе катенарного подхода и послужат материалом для разработки актуальной крупномасштабной карты района исследований [17]. А.С. Печкин (Научный центр изучения Арктики) проанализировал зональные и ландшафтные особенности процессов оттаивания и замерзания Арктической зоны ЯНАО по результатам измерений радиояркостных температур подстилающей поверхности [18]. Канд. биол. наук А.С. Красненко (Научный центр изучения Арктики) доложил результаты сравнительного исследования видового состава и относительной численности важной индикаторной группы водных беспозвоночных животных макрозообентоса в озере Большое Хадатаёганлор (Полярный Урал) за период с 2001-го по 2022 г. [19-20]. Канд. биол. наук А.Ю. Левых (Научный центр изучения Арктики) представила результаты 2-летних исследований популяций и сообществ мелких млекопитающих как индикаторов современного состояния ряда северотаёжных, ле-

сотундровых и горно-тундровых ландшафтов ЯНАО [21-22]. Результаты исследований по проекту «Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру ЯНАО» будут использованы при разработке регионального плана адаптации к климатическим изменениям.

Д.О. Замятин ознакомил участников Семинара с основными результатами реализации в 2020-2022 гг. проекта «Восстановление обской популяции стерха (белого журавля)», выполняемого при поддержке правительства Ямало-Ненецкого автономного округа в рамках национального проекта «Экология», федерального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экотуризма» [22-23].

Участники Семинара заслушали и обсудили концепцию становления экологического туризма в ЯНАО как фактора развития особо охраняемых природных территорий, разработанную и представленную Р.И. Локтевым [24-25].

В целом участники Семинара, понимая важность изучения экосистем Арктики и Субарктики в условиях глобальных изменений природной среды и климата, наиболее выраженных именно в высоких широтах, признают, что:

1) необходимо продолжить изучение современных климатических изменений и их влияния на природные и антропогенные экосистемы, социально-экономическую сферу арктических и субарктических регионов в составе межрегиональных и международных научных групп;

2) необходима финансовая (государственная, региональная) поддержка организации системы постоянных наблюдений за климатом, биотой и ландшафтами Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО);

3) необходима финансовая (государственная, региональная) поддержка исследований почвенного разнообразия ЯНАО и практик полярного земледелия коренных малочисленных народов ЯНАО в условиях глобальных изменений природной среды и климата; крайне необходимо вернуться к практике финансирования грантов научных фондов для представителей вузов и НИИ всех заинтересованных субъектов Российской Федерации, не ограничиваясь формально только Ямало-Ненецким автономным округом;

4) для информирования научной общественности об исследованиях по тематике семинара ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» необходимо готовить отдельные ежегодные выпуски научного журнала «Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа» с аннотированными обзорами, освещающими материалы докладов Семинара и прочих исследований, проводимых на территории ЯНАО; для этого сотрудникам организаций-партнёров до конца календарного года нужно предоставлять краткую информацию о проводимых исследованиях организаторам Семинара;

5) учитывая положительный опыт Семинара в области международного и межрегионального взаимодействия, рассмотреть возможность проведения международного научного онлайн-семинара «Актуальные вопросы изучения арктических и субарктических экосистем в условиях глобальных изменений природной среды и климата» не реже одного раза в год.

Список источников

1. Dynamics of regional distribution and ecology investigation of rare mammals of taiga Eurasia (case study of flying squirrel *Pteromys volans*, Rodentia, Pteromyidae) / Ju. Kurhinen, V. Bolshakov, S. Bondarchuk [et. al] // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2016. – Т.1. – № 3. – С. 78–84.
2. Внутривидовая дифференциация окраски зимнего меха *Pteromys volans* (Scuridae, Mammalia) в пределах ареала / С.Н. Гашев, С.Г. Бабина, С.Н. Бондарчук [и др.] // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2019. – Т.4. – № 4. – С. 65–72.
3. Новый метод учёта численности летяги (*Pteromys volans*, Rodentia, Pteromyidae), его апробация и первые результаты / Э.В. Ивантер, Ю.П. Курхинен, Е.В. Кулебякина [et. al.] // Зоологический журнал. – 2009. – Т. 88. – № 11. – С. 1396–1401.
4. Yusifov E. Taxonomic structure and ecological analysis of plant cover of the alpine-subalpine landscapes of the Karabakh natural subregion (Lesser Caucasus) / E.F. Yusifov // Journal of Life Sciences and Biomedicine of ANAS. – 2021. – Vol. 3 (76). – Issue 2. – P. 41–48.
5. Мохов И.И. Центры действия атмосферы в северном полушарии: современные особенности и ожидаемые изменения в 21 веке по расчётам с ансамблями климатических моделей СМIP5 и СМIP6 / И.И. Мохов, А.М. Осипов, А.В. Чернокульский // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2022. – Т. 507. – № 2. – С. 332–340.
6. Катцов В.М. Сценарные прогнозы изменений климата на территории России в XXI веке на основе ансамблевых расчётов с моделями СМIP6 / В.М. Катцов, Т.В. Павлова, В.А. Говоркова [и др.] // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2022. – № 604. – С. 5–54.
7. Барсукова Н.Н. Фитопланктон и качество воды некоторых притоков реки Оби / Н.Н. Барсукова, О.П. Баженова, Л.Г. Колесниченко // Вопросы современной альгологии. – 2022. – № 1 (28). – С. 35–41.
8. Фахретдинов А.В. Экологическое состояние лиственничников в экотоне лесотундры Западной Сибири (на примере долины р. Монгаюр-бей) / А.В. Фахретдинов, С.П. Арефьев, Д.В. Московченко // Сибирь

- ский экологический журнал. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С. 464-475.
9. Быков Н.И. Особенности радиального роста растений в лесотундре Ямало-Ненецкого автономного округа / Н.И. Быков, А.А. Шигимага, Р.М. Ильясов // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2022. – № 2 (115). – С. 98-112.
 10. Microplastic pollution in the surface waters from plain and mountainous lakes in Siberia, Russia / N. Malygina, E. Mitrofanova, N. Kuryatnikova [et al.] // Water (Switzerland). – 2021. – Vol.13. – Issue 16. – P. 2287.
 11. Microbiomes of natural and abandoned agricultural soils of the Central part of Yamal region / E. Abakumov, A. Kimeklis, G. Gladkov [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 941. – P. 012029.
 12. Ecotoxicological analysis of fallow soils at the Yamal experimental agricultural station / T.I. Nizamutdinov, A.R. Suleymanov, E.N. Morgun [et al.] // Food Processing: Techniques and Technology. – 2022. – Vol. 52. – Issue 2. – P. 350-360.
 13. Абакумов Е.В. О необходимости создания Красной книги почв Ямало-Ненецкого автономного округа / Е.В. Абакумов, Е.Н. Моргун // Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики: тез. докл. междунар. симпозиума. Отв. ред. А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. – Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2022. – С. 11-12.
 14. Черных Н.И. Опыт освоения лесотундровых почв под сельскохозяйственные культуры / Н.И. Черных // Сельское и промысловое хозяйство Ямало-Ненецкого национального округа: Тр. Ямальский СХОС. Т. 2. – Салехард, 1977. – С. 14-19.
 15. Полярное земледелие в Ямало-Ненецком автономном округе. Возрождение / Е.Н. Моргун, Е.В. Абакумов, Т.И. Низамутдинов [и др.]. – Салехард-СПб.: Центр научных технологий «Астерион», 2022. – 250 с.
 16. Мониторинг наземных экосистем арктической тундры Ямала / Н.А. Соколова, А.А. Соколов, И.А. Фуфачев [и др.] // Экология и эволюция: новые горизонты: материалы междунар. симпозиума, посвящ. 100-летию академика С.С. Шварца. – Екатеринбург: Институт экологии растений и животных УрО РАН. – 2019. – С. 609-610.
 17. Катенарная дифференциация геосистем Надымских сопок (Ямало-Ненецкий автономный округ) / Д.В. Черных, Д.В. Золотов, Р.Ю. Бирюков, Р.А. Колесников, А.С. Печкин // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2022. – № 3 (116). – С. 80-96.
 18. Печкин А.С. Параметры температурного режима почв естественных ландшафтов на территории Надымского района / А.С. Печкин, А.С. Красненко, А.В. Калачев // Связь климатических изменений с

изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики: тез. докл. междунар. симпозиума. Отв. ред. А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. – Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2022. – С. 9.

19. Красненко А.С. Сообщество донных беспозвоночных как возможный индикатор климатических изменений в Арктике / А.С. Красненко // Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики: тез. докл. междунар. симпозиума. Отв. ред. А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. – Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2022. – С. 34.
20. Красненко А.С. Структура и динамика донных беспозвоночных водоёмов бассейна реки Надым / А.С. Красненко, А.С. Печкин // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2022. – № 3 (116). – С. 62-77.
21. Левых А.Ю. Оценка стабильности развития в субарктических популяциях *Clethrionomys rutilus* в условиях изменения климата / А.Ю. Левых // Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке. Материалы Национал. науч.-практ. конф. с междунар. участием: сб. ст. В 2 т. Отв. ред. Л.В. Белова. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С. 239-245.
22. Levykh A.Yu. Lower Kunovat river small mammals: communities diversity and sustainability / A.Yu Levykh, R.M. Ilyasov, N.V. Ganzherli // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. – 2022. – Issue 3 (116). – P. 6-21.
23. Реинтродукция стерха: прошлое, настоящее, будущее / А.П. Шилина, А.Г. Сорокин, Ю.М. Маркин [и др.] // Сборник труд. Всерос. науч.-исслед. института охраны окружающей среды за 2019. Гл. ред. С. Г. Фокин. – М.: ВНИИ Экология, 2019. – С. 410-440.
24. Локтев Р.И. Систематический обзор методов оценки влияния массового туризма на природно-территориальные комплексы Субарктики и Арктики / Р.И. Локтев // Вестник Карагандинского университета. Серия: Биология. Медицина. География. – 2021. – Т. 104. – № 4. – С. 155-165.
25. Локтев Р.И. Анализ туристского потенциала Полярного Урала для создания эколого-туристского кластера Полярно-Уральский / Р.И. Локтев // Современные проблемы охотоведения: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию учебно-опытного охотничьего хозяйства «Голоустное» им. О.В. Жарова в рамках X междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск, 2021. – С. 332-336.

Сведения об авторах

Алёна Юрьевна Левых, 1969 г.р., в 1991 г. окончила Тюменский государственный университет по специальности «биология», квалификация «биолог, преподаватель биологии, химии», кандидат биологических наук, доцент. С 1991-го по 2020 г. преподавала в Ишимском педагогическом институте им. П.П. Ершова (филиале) Тюменского государственного университета, с 2005-го по 2010 г. и с 2012-го по 2020 г. заведовала кафедрой биологии, географии и методики их преподавания. С 2021 года работает в ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Салехард, Россия). Область научных интересов: популяционная биология мелких млекопитающих, экология популяций и сообществ животных, общая экология.

Юрий Павлович Курхинен, 1955 г.р., выпускник Петрозаводского государственного университета, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Университета Хельсинки (Финляндия), ведущий научный сотрудник Института леса Карельского научного центра РАН (Россия), координатор международного проекта «Летопись природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем», руководитель международных проектов по изучению ареала, генетики и экологии летяги (*Pteromys volans* L., 1758) Евразии; динамики численности тетеревиных птиц в современных условиях; изменений структуры сообществ и динамики популяций мелких млекопитающих в условиях изменения климата. Область научных интересов: экология популяций и сообществ, ландшафтная экология, охрана лесных экосистем, эволюционная биология.

Участие авторов

Левых А.Ю. – написание текста статьи.

Курхинен Ю.П. – написание текста статьи.

Статья поступила в редакцию 01.02.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on February 01, 2023, accepted for publication on on March 31, 2023.

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 93/94+614.2:616«1964/1990» (571.12)

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.006

ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ СЛУЖБА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В ПЕРИОД 1964-1990 ГГ., ПУТИ РАЗВИТИЯ

Ирина Ивановна Шорохова¹, Борис Николаевич Зырянов²

¹Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия

²Медицинская клиника «Дента-Смак», Омск, Россия

¹shorohovairina@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4799-3700>

²sdpzyryanov@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

Аннотация. Исследование посвящено развитию терапевтической помощи в Тюменской области как уникальному явлению в условиях ускоренного культурно-хозяйственного освоения огромного региона в 1964-1990 гг. Терапевтическая служба рассматривается как часть первичной медицинской помощи, включающей организацию развитой системы различных лечебно-профилактических учреждений на базе областной, окружных, городских и районных больниц. На основе материалов, впервые вводимых в научный оборот, анализируются существовавшие проблемы развития сети амбулаторно-поликлинических учреждений, переполненности и разукрупнения терапевтических участков и укомплектования их врачами, организации работы первичных звеньев здравоохранения, неравномерного распределения больничных коек. Деятельность организаторов здравоохранения не ограничивалась усовершенствованием материально-технической базы терапевтической службы, а также была направлена и на повышение качества медицинского обслуживания, улучшение организации труда врачей и среднего медицинского персонала, эффективности работы лечебных учреждений. В этой связи совершенствовался режим работы амбулаторно-поликлинических заведений, развивались передвижные виды амбулаторно-врачебной

помощи, проводилась подготовка терапевтов по различным видам специализации.

Ключевые слова: первичное звено, терапевтическая помощь, терапевтический участок, амбулаторное учреждение, стационар, профильная койка, Тюменская область.

Цитирование: Шорохова И.И. Терапевтическая служба в здравоохранении Тюменской области в период 1964-1990 гг., пути развития / И.И. Шорохова, Б.Н. Зырянов // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 84–102. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.006

Original article

ТHERAPEUTIC SERVICE IN THE HEALTH CARE OF THE TYUMEN REGION IN THE PERIOD 1964-1990, WAYS OF DEVELOPMENT

*Irina I. Shorohova*¹, *Boris N. Zyryanov*²

¹*Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia*

²*Medical Clinic «Denta-Smak», Omsk, Russia*

Ishorohovairina@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4799-3700>

sdpzyryanov@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

Abstract. The study is devoted to the development of therapeutic care in the Tyumen region, as a unique phenomenon in the conditions of accelerated cultural and economic development of a huge region in 1964-1990. The therapeutic service is considered as part of primary medical care, including the organization of a developed system of various medical institutions at the regional, district, city and district hospitals. Based on materials introduced for the first time into scientific circulation, the existing problems of developing a network of outpatient clinics, overcrowding and downsizing of treatment sites and staffing with doctors, the organization of primary health care, and the uneven distribution of hospital beds are analyzed. It was shown that the activities of healthcare organizers were not limited to improving the material and technical base of the therapeutic service, but were also aimed at improving the quality of medical care, improving the organization of work of doctors and nurses, and the efficiency of medical institutions. In this regard, the operating mode of outpatient clinics was improved, mobile types of outpatient care were developed, therapists were trained in various types of specialization.

Keywords: primary care, therapeutic care, therapeutic site, outpatient facility, hospital, specialized bed, Tyumen region.

Citation: Shorohova I.I. Therapeutic service in the health care of the Tyumen region in the period 1964-1990, ways of development / I.I. Shorohova, B.N. Zyryanov // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. С. 84–102. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.006.

Введение

Территория Тюменской области по своим масштабам является одной из самых крупных в нашей стране, в которую в годы с 1964-го по 1990 г. входили Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ, юг Тюменской области (Тюменский район) [1]. В Тюменской области в период 1964-1990 гг. шли процессы хозяйственного и социокультурного освоения территорий. В этой связи в регион стал пребывать огромный поток участвующих в этом грандиозном проекте людей. Интенсивное освоение нефтегазодобывающих регионов Тюменской области, регионов Крайнего Севера Тюменской области и приравненных к ним, стратегически важнейших регионов для страны особенно способствовало резкому росту массовой миграции населения [2]. Перед властью остро встала задача обеспечить пришлому населению удовлетворительные бытовые условия и медицинское обслуживание. Особенно важной была терапевтическая служба, являющаяся основным видом первичной и вторичной медицинской помощи. Огромные территории Тюменской области, большая миграция населения, высокая заболеваемость и особенности её течения в связи с трудностями адаптации населения к экстремальным условиям северных регионов требовали особого внимания к организации терапевтической службы в этой области. Изучение исторических вопросов и анализ терапевтической службы как основного и главного вида медицинской помощи населению Тюменской области являются актуальным. В этом направлении имеются единичные исследования [3, 4, 5]. Однако эта проблема исследована недостаточно. Представляет интерес провести комплексный научный анализ исторического развития терапевтической службы здравоохранения Тюменской области за период 1964 – 1990 г. Анализ исторического развития терапевтической службы Тюменской области касается 27 лет советского периода (период СССР).

Цель статьи заключается в анализе формирования и развития терапевтической службы Тюменской области в период 1964-1990 гг.

Материалы и методы

Для реализации цели исследования был проведён анализ деятельности терапевтической службы в Тюменской области путём изучения архивных данных за период с 1964 года по 1990 год. Изучались архивные данные Ямало-Ненецкого автономного округа, Ханты-Мансийского автономного округа и Тюменского района. За эти периоды исследования в Тюменскую область входили Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ и Тюменский район. В материалах и методах использованы традиционные исторические методы: историко-генетический, проблемно-хронологический, статистический. Статистические данные рассчитывались на 1000, 10 000 и 100 000 населения. Определялись средние величины (М), интенсивные показатели относительных величин (Р%) и их ошибка ($\pm m$) с оценкой значимости различий между сравниваемыми показателями по t-критерию Стьюдента. Критический уровень значимости (р) принимался равным 0,05 [6].

Результаты исследования

Тюменская терапевтическая служба исследуемого периода занимала одно из ведущих мест в комплексе лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий области. Значительное число больных обращалось, прежде всего, за терапевтической помощью, а в структуре заболеваемости, смертности и инвалидности больные терапевтического профиля составляли более 20%. Количество посещений к терапевтам и число посещений больных на дому участковыми терапевтами всё время увеличивалось [7 -ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 19, 25, 97; Д. 915. Л. 11, 86], [8, 9, 10]. Это подтверждает анализ данных обращаемости в амбулаторно-поликлинические учреждения Тюменской области (таблица 1).

Таблица 1. Количество обращений к врачам-терапевтам в Тюменской области (в тысячах) за 1967-1986 г.г.

Год Показатели	1967	1970	1975	1980	1986
Посещения ко всем врачам	4623,9 (1965 г.)	7176,0	11 460,1	16 674,6	28 075,6
Посещения к врачам-терапевтам	1146,8	1663,5	2192,2	3336,8	5892
Среднее число посещаемости на одного терапевта	3383		4053		4713
Посещения на дому терапевтами (абсолютное число)	90 900	132 100	185 000	266 400	-

В структуре общей заболеваемости взрослого населения городов и районных посёлков в 1964 г. на первом месте находились заболевания по терапевтическим специальностям [7 – ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 302, 303]. Лидировали простудные заболевания. На втором месте находилась сердечно-сосудистая патология. Третье место занимали болезни органов пищеварения (таблица 2).

Таблица 2. Структура общей заболеваемости терапевтическими заболеваниями взрослого населения городов и районных посёлков Тюменской области в 1964 г. (на 1000 населения)

Заболевания	Число случаев на 1000 населения СТ1
Простудные	136,1
Сердечно-сосудистые	38,1
Органов пищеварения	29,1

С 1970-го по 1990 г. основной причиной смертности являлись болезни системы кровообращения, несчастные случаи и новообразования, на долю которых в 1982 г. приходилось 80,5% [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Смертность от болезней органов дыхания в области занимала 4-е место. На 5 месте в структуре смертности стоял класс болезней органов пищеварения (таблица 3).

Таблица 3. Основные причины смертности населения в Тюменской области с 1970-го по 1990 г. (на 100 000 населения)

Год \ Заболевания	1970	1976	1980	1986	1990
Системы кровообращения	352,7	366,0	370,1	304,6	288,8
Новообразования	102,5	100,3	95,9	93,9	89,0
Органов дыхания	84,3	78,7	74,9	33,5	29,9
Органов пищеварения	26,5	23,6	30,5	22,2	23,5
Инфекционные и паразитарные	32,3	5,0	21,3	13,1	10,8
Нервной системы и органов чувств	9,7	9,2	7,6	6,1	5,3
Несчастные случаи	201,1	231,8	264,8	117,5	141,7

Эти данные красноречиво свидетельствовали о месте, значении и объёме терапевтической помощи в области.

Совершенствование участкового обслуживания больных в Тюменской области

Государственная политика СССР в сфере здравоохранения большое значение придавала терапевтической службе [15]. Организация такой помощи в нашей стране включала развитую систему различных амбулатор-

ных учреждений. Совершенствование медико-санитарного обслуживания проводилось в соответствии с решениями партии и правительства. Предписывалось «совершенствовать работу первичных звеньев здравоохранения – поликлиник, учреждений скорой и неотложной медицинской помощи, сельских участковых больниц и амбулаторий» [16]. Терапевтические отделения развивались на базе областной, окружных, городских и районных больниц.

В указанном постановлении отмечалось, что существовали проблемы в развитии сети амбулаторно-поликлинических учреждений, особенно на селе, так как оно отставало от темпов роста численности населения городов и сельских районов. Врач В.В. Шевчук, в 1963 г. назначенный главврачом Голышмановской районной больницы, вспоминал: «Такой развалюхи, какой предстала передо мной тогда Голышмановская райбольница, я никогда прежде не видел. Больницей именовались обветшавшие избы и бараки с печным отоплением (96 печей!), выгребными сортирами, без водопровода. Вонь, нищета, антисанитария...» [8]. Врачи сами ремонтировали и перестраивали вверенные им больницы.

Прием больных проводился по территориально-участковому принципу. В 1964 г. в городах и рабочих посёлках насчитывалось 89 врачебных участков. Шестнадцать из них по причине отсутствия врачей обслуживались фельдшерами [8]. С 1965-го по 1985 г. количество терапевтических участков выросло в 5,5 раза (таблица 4), а количество цеховых участков с 1970-го по 1985 год увеличилось в 5,3 раза. Самое большое число терапевтических участков к 1986 г. насчитывалось в г. Тюмени – 192 участка и в г. Сургуте – 88 терапевтических участков [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 79, 241; Д. 915. Л. 10, 105, 106; Д. 1116 а. Л. 59; Д. 1105. Л. 12; Д. 1151. Л. 65; Д. 915. Л. 11; Д. 1180 а. Л. 34].

Таблица 4. Динамика роста терапевтических участков в Тюменской области в 1965-1985 г.г.

Год \ Участки	1965	1970	1975	1980	1985
Количество участков	132	158	263	392	725
Цеховых	-	46	95	158	242

Процент участкового обслуживания на дому и на амбулаторном приёме всё время возрастал (таблица 5). В 1970 г. в г. Тобольске показатели участковости на приёмах в поликлинике составляли всего 43%, в г. Тюмени в поликлинике № 6 – 68 %. Не лучше были показатели в г. Ишиме, Сургуте, районных центрах Голышманово, Омутинском и т. д. [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 46, 47 и ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 915. Л. 11, 87; 1116 а. Л. 59] [9].

Таблица 5. Показатели участкового обслуживания в Тюменской области за 1970-1980 гг. $P \pm m$ (%), p

Год / Место обслуживания	1970	1980	p – уровень значимости
В поликлинике	57,7±0,15%	80,8±0,08%	$p < 0,001$
На дому	69,2±0,13%	90,6±0,06%	$p < 0,001$
p – уровень значимости	$p < 0,001$	$p < 0,001$	–

С 1970-го по 1980 г. процент обслуживания пациентов на дому (таблица 5) увеличился в 1,3 раза ($p < 0,001$), а процент обслуживания их в поликлинике вырос в 1,4 раза ($p < 0,001$). По РСФСР в 1979 г. процент обслуживания на приёме в поликлинике составлял 84,7 [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 915. Л. 11, 87; 1116 а. Л. 59] [9]. В целом по области процент участкового обслуживания больных на дому за эти годы был в 1,2 – 1,1 раза выше обслуживания их на приёме терапевта в поликлинике ($p < 0,001$).

Серьёзным недостатком являлась большая протяжённость участков и отдаление их от базовых поликлиник. В г. Сургуте радиус обслуживания на участках в 1970 г. составлял от 2 до 10 км от поликлиники при разнице в численности обслуживаемого населения от 2400 до 3800 человек. Из этого следовали неудовлетворительные показатели участковости в обслуживании больных на приёмах и вызовах на дом [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 46].

Важной проблемой, которая во многом была связана с предыдущей, а также с кадровой проблемой, являлась переполненность терапевтических участков. В 1965 г. средняя численность населения на участке составляла 5073 человека [12]. В 1965-1975 гг. самая высокая численность населения на терапевтических участках области отмечалась в городах Ишиме, Тобольске, Урае [12, 13].

Разукрупнение территориальных участков и укомплектование их врачами власти считали важнейшей задачей. Планировалось «осуществить, начиная с 1978 г., разукрупнение территориальных терапевтических участков, доведя численность обслуживаемого взрослого населения на одного участкового врача-терапевта в 1982 году в среднем до 2000 человек и к 1985 году в среднем до 1700 человек» [14].

Несмотря на ежегодные мероприятия в этом направлении, численность обслуживаемого населения превышала нормативы [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1119 а. Л. 76]. Самое большое количество больных на терапевтическом участке отмечалась в 1980 г. в городах Лабытнанги и Нижневартовске, составляя более 3000 [9]. В 1982 г. в связи с принятием Постановления Совета Министров РСФСР № 428 от 28.07.1982 г. [17] и решения исполкома Тюменского областного Совета народных депутатов

№ 333 от 11.11.1982 г. по учреждению терапевтических участков в Тюменской области организовали 10 приписных терапевтических участков и 9 терапевтических [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1151. Л. 123].

В 1983 г. работа по разукрупнению участков была продолжена за счёт увеличения должностей участковых врачей-терапевтов из выпускников вузов, так как наиболее востребованными специалистами первичного звена здравоохранения являлись терапевты амбулаторно-поликлинических учреждений. Средняя численность населения на одном терапевтическом участке снизилась с 2500 в 1980 г. до 2153 в 1983 г., что позволило повысить охват диспансерным наблюдением, количество и качество профосмотров населения. Нормой считалось 2000 человек на участке, но в ряде городов на терапевтических участках проживало более 3000 человек (г. Тюмень, Сургут, Нижневартовск, Ишим, Ялуторовск, Тобольск) [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1119 а. Л. 86]. В ряде проверенных амбулаторно-поликлинических учреждений разукрупнение территориальных терапевтических участков провели формально (поликлиники медсанчасти «Сургутнефтегаз» и медсанчасти № 1 г. Нижневартовска) [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1180 а. Л. 34].

В целом средняя численность населения на одном терапевтическом участке сократилась с 1965-го по 1986 г. в 2,2 раза, с 3853 до 1774 человек. Задание правительства по разукрупнению терапевтических и педиатрических участков было выполнено не в полном объёме. В 1981 г. объём и уровень оказания медицинской помощи на догоспитальном этапе, а также качество работы некоторых поликлинических учреждений всё ещё отставали от потребностей и запросов населения, особенно в г. Нижневартовске, Сургуте, Новом Уренгое, Мегионе, Тобольске, в Сургутском и Берёзовском районах [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 60].

Повышение качества обслуживания больных на участках в Тюменской области

Совершенствование организации и качества работы первичных звеньев здравоохранения было названо одной из основных задач на 1981-1985 гг. в решениях II сессии XVIII созыва Тюменского областного Совета народных депутатов от 29.09.1982 г. [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1119 а. Л. 84]. В области охраны здоровья населения одной из основных задач было названо повышение качества медицинского обслуживания, улучшение организации труда врачей и среднего медицинского персонала, эффективности работы лечебных учреждений. Актуальной являлась проблема режима работы амбулаторно-поликлинических учреждений. В постановлении ЦК КПСС и Совмина СССР № 870 от 1977 г. от 22.09.1977 г. «О мерах по дальнейшему улучшению народного здравоохранения» гово-

рилось, что отмечаются факты неправильной организации режима работы медицинского персонала в ряде лечебно-профилактических учреждений [16, 18].

Существенным недостатком была слабая преемственность в обслуживании и лечении больных между поликлиническими отделениями и стационарами, поликлиниками и учреждениями скорой медицинской помощи [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 61-62] (таблица 6). Обращение в областную поликлинику без направления было самым высоким в Ямало-Ненецком автономном округе, а расхождение диагнозов с областной поликлиникой было больше в Ханты-Мансийском автономном округе. Имело место направление на плановую госпитализацию недостаточно обследованных больных, хотя в поликлиниках г. Тюмени, Нижневартовска, Сургута, Нефтеюганска, Ишима и т. д. имелись все условия для полноценного обслуживания.

Таблица 6. Показатели недостатков в работе терапевтической службы Тюменской области в 1981 г. (в % от количества случаев)

Показатели \ Регионы области	Ханты-Мансийский автономный округ	Ямало-Ненецкий автономный округ	Юг Тюменской области
Обращения в областную поликлинику без направления	8,4%	8,4%	10,7%
Расхождение диагнозов с областной поликлиникой	8,7%	8,7%	-

Для повышения качества обслуживания сельского населения развивались передвижные виды амбулаторно-врачебной помощи. В 1980-1981 гг. в южных районах области работали выездные врачебные бригады [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1119 а. Л. 75]. Выезды передвижных лабораторий в 1981 г. носили эпизодический характер и были неэффективными, так как не только население «малых» деревень, но и медицинские работники не знали графика работы таких амбулаторий, а, значит, не имели возможности заранее подготовиться [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 65].

В 1982 г. были утверждены конкретные меры по укреплению материально-технической базы сельских учреждений здравоохранения, укомплектованию их медицинскими кадрами, совершенствованию организации медицинского обслуживания жителей села [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1151. Л. 1-2]. Показатели совершенствования медицинского обслуживания сельских жителей представлены в таблице 7.

Таблица 7. Показатели совершенствования медицинского обслуживания сельских жителей Тюменской области в 1982 г.

Форма медобслуживания	Количество обслуженных больных
Выездные врачебные бригады	177 577
Плавучие поликлиники в Ханты-Мансийском автономном округе	10 552
Передвижные медицинские отряды	1763
Передвижные зубо врачебные кабинеты	14 330

К 1985 г. выездные врачебные бригады работали уже во всех районах. Организовали круглогодичную работу выездных врачебных бригад областной клинической больницы и областной стоматологической поликлиники. Они обслуживали 15 000 больных в отдалённых населённых пунктах и в районах автономных округов по обслуживанию строителей магистральных трубопроводов [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1151. Л. 17; Д. 1119 а. Л. 54; Д. 1105. Л. 55]. Только к врачам передвижных отрядов в Ямало-Ненецком округе и в плавучие поликлиники Ханты-Мансийского округа фиксировалось 83 776 посещений. Коллегия областного отдела здравоохранения в 1985 г. приняла решение продолжить совершенствование передвижных форм организации медицинского обслуживания, прежде всего, работу вахтовым методом [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1180 а. Л. 36].

Развитие стационарной терапевтической помощи в Тюменской области

Стационарная терапевтическая помощь развивалась в соответствии с приказом Министерства здравоохранения СССР № 395 от 31.07.1963 г. [19]. Планировалось разработать и осуществить в ближайшие годы мероприятия по расширению и совершенствованию сети больничных учреждений и укреплению ее материально-технической базы, сократить сроки и повысить качество строительства больниц и других стационаров. Предполагалось разработать и осуществить мероприятия, направленные на более рациональное использование коечного фонда стационаров, на повышение качества и культуры их работы, принять меры к строительству многопрофильных республиканских, краевых и областных больниц мощностью на 600, 800 и 1000 коек, а также реконструкции и укрупнению существующих. Оговаривалась организация в каждой республике, крае, области многопрофильных больниц, способных обеспечить квалифицированное обследование и лечение основной массы больных в пределах своей территории. Большое значение придавалось организации и укреплению центральных районных больниц, превращению их в центры специализированной медицинской помощи и организационно-методи-

ческого руководства [10, 19, 20]. Терапевтические отделения были открыты в областной клинической больнице, окружных, городских и районных стационарах. Постепенно повышалась их мощность (таблица 8).

Таблица 8. Показатели материально-технической базы здравоохранения Тюменской области в 1967 и 1986 гг.

Показатели	Год	
	1967	1986
Число участковых больниц	138	204
Число коек	4650	29 485
Из них терапевтические	588	6279

Всего количество терапевтических коек с 1967-го по 1986 г. увеличилось в 10,7 раза. Больниц – с 1967-го по 1986 г. – в 1,5 раза. Обеспеченность койками терапевтического профиля на 10 000 населения по Тюменской области в 1965 г. составляла 12,6 (по РСФСР в 1966 г. – 19,8), а в 1986 г. – 22,1, т. е. выросла в 1,8 раз [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 240, Л. 14, 96; Д. 915. Л. 2, 3, 135] [8, 10].

Особенностью стационарной терапевтической помощи являлось то, что больничные койки по городам и территориям распределялись неравномерно (таблица 9) [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1180 а. Л. 150] [10].

Таблица 9. Обеспеченность терапевтическими койками в 1986 г. в Тюменской области на 10 000 населения

Города и территории	Обеспеченность терапевтическими койками на 10 000 населения
Ханты-Мансийский район	71,4
Тюмень	9,0
Ноябрьск	6,3
Лангепас	35,9

С 1964 г. занятость больничных коек в лечебно-профилактических учреждениях из года в год в основном снижалась (таблица 10). Среднее пребывание больного на терапевтической койке, наоборот, увеличивалось и с 1964 г. по 1980 г. возросло в 1,6 раза [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 4, 313; Д. 915. Л. 4, 5; 9, 10].

Таблица 10. Оборот коек в участковых стационарах Тюменской области (в днях)

Показатели	Год			
	1964	1967	1980	1986
Занятость коек (дни)	317	363	331,5	328
Среднее пребывание больного на терапевтической койке (дни)	11,4	15,1 (1968 г.)	18,8	-

Эти показатели нельзя было считать удовлетворительными. Для сравнения: по РСФСР в 1979 г. занятость больничных коек в городе равнялась 336, в селе – 327 [9]. Тем не менее в результате проведённых мероприятий больничная летальность по группе терапевтических заболеваний в 1967 г. сократилась в 1,3 раза и составила 1,24%, а в 1986 г. – 0,92% [8, 9, 10].

Формирование специализированной терапевтической службы в Тюменской области

В терапевтических отделениях и поликлиниках с ростом числа койко-мест развивалась специализированная терапевтическая помощь. Профилирование терапевтических мест началось с 1955 г., когда в областной больнице было выделено 85 специализированных коек [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 242].

С 1963 г. в целях дальнейшего развития специализированных видов медицинской помощи намечались неотложные меры к организации в республиканских, краевых и областных центрах онкологических стационаров на 200-400 и более коек в составе диспансеров или специализированных онкологических больниц. Предписывалось закончить до 1965 г. организацию крупных нейрохирургических центров вместимостью не менее 60 мест из расчета по одному центру на 3-4 области в составе областных и крупных городских больниц [19].

Перед областными органами здравоохранения стояли важнейшие задачи по совершенствованию специализированной медицинской помощи. Главными среди них оставались снижение заболеваемости и смертности, особенно детской; резкое снижение инфекционных заболеваний, дальнейшее снижение заболеваемости с временной нетрудоспособностью рабочих, служащих, колхозников; улучшение качественных показателей и повышение культуры работы всех учреждений здравоохранения [21].

Широкое развитие специализированной терапевтической помощи в основном началось в 1964 г. С 1 октября 1964 г. терапевтическое отделение областной больницы было разделено на два специализированных структурных подразделения. В первом находились гематологические, пульмонологические, гастроэнтерологические койки, с 1969 г. – профпатологические койки. Второе отделение на 30 коек профилировалось в кардиологии. В конце 1960-х гг. в терапевтических отделениях г. Тюмени, Тобольска, Ишима, Ханты-Мансийска, Салехарда были выделены палаты для лечения больных ревматизмом и других кардиологических заболеваний. В 1968 г. там же были выделены гематологические места для лечения больных с заболеваниями крови [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 243]. Проблемой являлась перегруженность кардиологических и недогруженность других коек. В 1970 г. число дней работы кардиологической

койки составляло 379. Количество дней занятости эндокринологических и неврологических коек составляло соответственно 267 и 313 дней [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 915. Л. 138].

В 1975 г. из специализированных койко-мест 262 функционировали в г. Тюмени (больницы № 1, 2, 3), 88 работали в городах области (33 в – Ялуторовске, 20 – в Тобольске, 30 – в Ханты-Мансийской окружной больнице) [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 915. Л. 6]. Госпитализация больных в специализированные отделения и на профильные койки шло путём отбора больных заведующими отделениями в поликлиниках или по согласованности окружных, городских, районных специалистов с соответствующими областными специалистами [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 915. Л. 7].

Областная клиническая больница в начале 1970-х гг. имела стройную систему лечебно-диагностических отделений разного профиля. Начали развиваться кардиоревматологические, эндокринологические кабинеты или из общего терапевтического приёма выделялись профильные приёмы. Росла сеть станций и отделений скорой медицинской помощи, наиболее интенсивно – кардиоревматологической помощи [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 710. Л. 243]. К 1975 г. появились нефрологические койки.

В 1981 г. большинство городских поликлиник оказывало медицинскую помощь по 20-22, а на селе по 17-18 специальностям. В области был ряд поликлиник с хорошей организацией медицинской помощи населению. К таким учреждениям относилось поликлиническое отделение городской клинической больницы № 2, на базе которой была организована школа передового опыта по отдельным вопросам поликлинического обслуживания и поликлиническое отделение г. Надыма [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 60].

Проводилась подготовка терапевтов по эндокринологии, гематологии, профпатологии. Продолжалось открытие отделений анестезиологии и реанимации в окружных, городских больницах и медико-санитарных частей. В центральные районные больницы направлялись для работы врачи-оториноларингологи, офтальмологи, урологи, травматологи. Но имевшиеся возможности для развития специализированной медицинской помощи использовались не полностью, и её состояние не удовлетворяло современным потребностям [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 3].

В 1981 г. в десяти районных поликлиниках отсутствовали окулисты, в тринадцати – отоларингологи, в девяти – невропатологи, в четырёх – фтизиатры, в восьми – дерматовенерологи, в двадцати – травматологи, в трёх – рентгенологи. Всё это отрицательно влияло на доступность, своевременность и качество медицинской помощи сельскому жителю [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 64].

В 1982 г. в области не было ни одной клиники, ни одного квалифицированного специалиста по патологии сосудов, не открыли отделение

профпатологии, не выделили даже аллергологические, проктологические, ревматологические койки. Недоставало по нормативам около 3000 кардиологических, около 800 неврологических, более 500 офтальмологических, более 800 пульмонологических мест. Только 20% составляла обеспеченность анестезиологическими и реанимационными койко-местами. Для развития специализированной медицинской помощи не организовали ни одного межрайонного отделения на базе центральных районных больниц, плохо использовали больницы и поликлиники г. Тюмени и ведомственных учреждений здравоохранения [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 4].

При фактическом исполнении функции областного в 1982 г. не имело такого статуса торакальное отделение городской клинической больницы № 2 г. Тюмени, не использовалось в качестве межрайонного травматологическое отделение на 40 коек в Гольшмановской районной больнице. В больницах г. Ишима, Тобольска, Салехарда, Ханты-Мансийска, Ялуторовска по-прежнему выделялось 7-15 коек, на которых современный уровень оказания специализированной помощи был невозможен [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 4].

Коллегия отдела здравоохранения горисполкома в 1982 г. приняла решение отметить неудовлетворительное развитие специализированных медицинских служб. Подчёркивалась необходимость развивать их путём организации специализированных отделений не менее чем на 30 коек в областной, окружных, городских и центральных районных больницах, диспансерах, медико-санитарных частях, специализированных кабинетах в поликлиниках области, округов, городов и районов [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 4]. Было решено запретить выделение единичных специализированных койкомест во всех учреждениях здравоохранения области, шире практиковать организацию межрайонных отделений и кабинетов на базе медсанчастей, городских и районных больниц. Планировалась организация единых на область и г. Тюмень специализированных отделений и кабинетов на базе областных и городских учреждений здравоохранения, в том числе ведомственных [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1116 а. Л. 5].

Обеспеченность населения койками терапевтического профиля на 10 000 населения постепенно увеличивалась. Если в 1965 г. на 10 000 жителей фиксировалось 12,6, то в 1986 г. — 22,1 таких койкомест. Самая высокая обеспеченность (таблица 11) прослеживалась среди кардиоревматологических коек. В итоге осуществлённых мер к концу исследуемого периода (1986 г.) количество специализированных коек в области заметно выросло (таблица 11). Однако их количество было недостаточным. В 1986 г. 50% составлял дефицит онкологических, офтальмологических, отоларингологических мест [7 - ГАТО. Ф. 1725. Оп. 1. Д. 1180 а. Л. 151; 8, 9, 10].

Таблица 11. Рост специализированных коек в Тюменской области в 1965-1986 гг.

Количество коек \ Год	1965	1970	1975	1980	1986
Общее количество Специализированных коек	1624	2343	3682	3798	6279
Кардиоревматологических	-	108	165	220	766
Гастроэнтерологических	-	-	85	160	305
Эндокринологических	-	30	81	35	127
Гематологических	-	15	21	45	50
Нефрологических	-	-	56	40	130
Физиотерапевтических	100	155	185	191	-

Возникла ещё одна трудная проблема при оказании квалифицированной и специализированной медицинской помощи коренному и пришлому населению Тюменской области в период 1964-1990 гг. , которая заключалась в высокой подвижности населения: прибытие и убытие населения, вахтовые, экспедиционно-вахтовые и экспедиционные перемещения трудовых ресурсов, миграция кочующих коренных жителей Северных регионов. В связи с этим в Тюменской области, особенно в северных её регионах отмечался крайне высокий коэффициент миграции – 48-50% [2], которую необходимо было учитывать при оказании терапевтической помощи при организации здравоохранения в Тюменской области в этот период.

Заключение

Таким образом, проведённый анализ терапевтической службы здравоохранения Тюменской области за период с 1964 года по 1990 год показал, что Тюменская терапевтическая служба развивалась в амбулаторно-поликлиническом, стационарном и специализированном направлениях. Амбулаторно-поликлиническая помощь постепенно решала существующие проблемы развития сети и режима работы амбулаторно-поликлинических учреждений, разукрупнения терапевтических участков, преемственности между поликлиниками, больницами и диспансерами, передвижных форм обслуживания, имевших большое значение в условиях Тюменской области. Стационарная терапевтическая служба с 1964 года по 1990 год совершенствовалась, улучшая количественные показатели, такие как число больниц, коек, обеспеченность койками, число занятости койки в году, количество дней пребывания больного на больничной койке, больничная летальность. Формирование специализированной помощи было одним из главных направлений здравоохранения. На протяжении всего периода 1964-1990 гг. количественные и качественные показатели развития специализированной терапевтической службы улучшались. Однако, несмотря

на проведённую работу, численность населения на территориальных терапевтических участках была выше установленного задания Министерства здравоохранения РСФСР, показатели деятельности медицинских заведений региона отставали от республиканских и темпы развития терапевтической службы были недостаточными. Необходимо добавить, что экстремальность климата как один из важных факторов для населения Тюменской области, затрудняющий адаптацию населения к этим суровым условиям и способствующий высокой заболеваемости, создавал дополнительные трудности в организации терапевтической службы в этом регионе. Следовательно, период с 1964 г. по 1990 г. в народнохозяйственном развитии Тюменской области был самым трудным для становления медицинской помощи, в том числе самой популярной терапевтической помощи населению этого региона. Несмотря на эти трудности, за период развития терапевтической службы в здравоохранении Тюменской области с 1964 года по 1990 год была проведена огромная работа и приобретён большой опыт, благодаря которому создана крупная база этой медицинской помощи, явившаяся фундаментом для дальнейшего развития терапевтической службы в здравоохранении Тюменского региона.

Список источников

1. География Ямало-Ненецкого автономного округа. Под ред. Ларина С.И. : учебное пособие. Тюмень : Изд-во Тюменского государственного университета, 2001.
2. Зырянов Б.Н. Особенности организации стоматологической помощи населению Крайнего Севера / Б.Н. Зырянов, Л.В. Глушкова, Н.И. Мышко, В.А. Мышко // Экономика и менеджмент в стоматологии. – 2012. - № 2. – С. 28-30.
3. Дьячков В.И. Особенности становления здравоохранения в районах Тюменского Севера: монография / В. И. Дьячков. – Тюмень, 1969. – 144 с.
4. Долгинцев В.И. Становление и развитие здравоохранения в районах промышленного освоения нефтегазовых месторождений Западной Сибири [70-80-е гг. XX в.] // Развитие государственной медицины в России: материалы симп. – М. – 2003. – С. 129-131.
5. Дудкина М.П. Развитие здравоохранения в городах Западной Сибири (1946-1960 гг.) : специальность 07.00.02 «Отечественная история»: диссертация на соискание учёной степени кандидата исторических наук / Дудкина Марина Петровна ; Институт истории СО РАН. – Новосибирск, 2008. – 254 с.
6. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика : учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – Санкт-Петербург : Фолиант, 2003. – 423 с.

7. Государственный архив Тюменской области (ГАТО). Фонд (Ф.) 1725. Опись (Оп.) 1.
Дело (Д.) 710. Л. 4, 5, 14, 19, 25, 46, 47, 79, 96, 97, 239, 240, 241; 242; 243, 301, 302, 303, 306, 313.
Д. 915. Л. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 86, 87, 105, 106, 135, 138, 145.
Д. 1105. Л. 12, 55.
Д. 1116 а. Л. 3, 4, 5, 59, 60, 61, 62, 64, 65.
Д. 1119 а. Л. 35, 38, 39, 54, 62, 72, 75, 76, 84, 86.
Д. 1151. Л. 1, 2, 17, 32, 65, 123.
Д. 1180 а. Л. 34, 35, 36, 150, 151.
8. Здравоохранение Тюменской области в 1965-1975 гг. Статистический сборник. Тюмень: Тюменский областной отдел здравоохранения. Бюро медицинской статистики, 1977. 316 с.
9. Основные показатели деятельности учреждений здравоохранения Тюменской области за 1980 г. Статистический сборник. Тюмень: Отдел здравоохранения Тюменского облисполкома. Обл. бюро медицинской статистики, 1981. – С. 64, 80, 111, 114.
10. Основные показатели деятельности учреждений здравоохранения Тюменской области за 1986 г. Статистический сборник. Тюмень: Отдел здравоохранения Тюменского облисполкома. Обл. бюро медицинской статистики, 1987. – 321 с.
11. Основные показатели деятельности учреждений здравоохранения Тюменской области за 1990 г. / Главное управление Тюменского Облисполкома. Обл. бюро медицинской статистики. – Тюмень : б. и. 1991. – 118 с. – (с. 8.).
12. Основные показатели естественного и механического движения населения Тюменской области за девятую пятилетку (1970-1975 гг.) / ЦСУ-РСФСР. Стат. управление Тюменской области. – Тюмень : б. и. июль 1976. – 108 с. (с. 9-10).
13. Естественное и механическое движение населения Тюменской области (1970-1977 гг.) / Стат. управление Тюменской области. ЦСУ-РСФСР. – Тюмень: б. и. ноябрь 1978. – 114 с. (с. 28-29).
14. Численность населения и его размещение в Тюменской области. Итоги Всероссийской переписи населения-2010 / Федеральная служба гос. статистики, территориальный орган федеральной службы гос. статистики по Тюменской области. В 10 частях. – Тюмень: б. и. 2012. – 513 с. (Ч. 1, с. 11).
15. Материалы XXIII съезда КПСС. М.: Политиздат, 1966. 304 с.
16. Постановление ЦК КПСС и Совмина СССР № 870 от 22.09.1977 г. 870 «О мерах по дальнейшему улучшению народного здравоохранения» // ГАТО. Ф. 814. Оп. 5. Д. 836. Т. 2. - Л. 262-269.

17. Постановление Совета Министров РСФСР № 428 от 28.07.1982 г. «О состоянии и мерах по дальнейшему улучшению медицинского обслуживания в колхозах и совхозах РСФСР» // Свод законов СССР. М.: Известия, 1990. Т. 3. С. 102.
18. Материалы XXV съезда КПСС. М.: Политиздат, 1976. 256 с.
19. Приказ Министерства здравоохранения СССР № 395 от 31.07.1963 г. «О состоянии и мерах по дальнейшему улучшению стационарного обслуживания населения СССР» [Электронный ресурс] // Библиотека нормативно-правовых актов СССР. URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_5975.htm (дата обращения: 29.05.2020).
20. Приказ Министерства здравоохранения СССР № 230 от 25.02.1983 г. «О мерах по упорядочению режима работы» // Государственный архив РФ. Ф. Р8009. Оп. 51. Д. 601. Л. 433.
21. Семовских Ю.Н. Здравоохранение Тюменской области за 50 лет / Ю.Н. Семовских // Развитие здравоохранения в Тюменской области за годы Советской власти: сборник статей. Тюмень: Средне-Уральское книжное издательство, 1968. – С. 9-14.

Сведения об авторах

Шорохова Ирина Ивановна родилась в 1967 году. В 1989 году окончила исторический факультет Тюменского государственного университета. В 2007 году окончила факультет культурологии и искусствоведения Уральского государственного университета им. А.М. Горького. С 2014 года работала директором музея истории Тюменского государственного медицинского университета. С 2022 года – заместитель музейно-выставочного комплекса Тюменского государственного университета. Область научных интересов: история медицины, краеведение, культурология, искусствоведение.

Зырянов Борис Николаевич родился в 1942 году. В 1966 году окончил стоматологический факультет Омского государственного медицинского института. С 1966 года по 1972 год работал на Крайнем Севере (Ямало-Ненецкий автономный округ). С 1978 года по 1987 год работал на кафедре социальной гигиены и организации здравоохранения, затем до 2017 г. – на кафедре стоматологии последипломного образования Омского государственного медицинского университета, заведовал этой кафедрой. В 1981 году защитил кандидатскую, а в 1998 году – докторскую диссертацию. Доктор медицинских наук, профессор. Действительный член (академик) Академии Полярной Медицины и Экстремальной Экологии Человека. Окончил курсы Сотрудничающего Центра Всемирной Организации Здравоохранения по стоматологическому образованию. Постоянно проводит научные исследования на Ямале. Область научных интересов:

стоматология, Арктика, сСеверная медицина, онкология, иммунология, биохимия, экология, общественное здоровье, организация здравоохранения, адаптация к полярным регионам, педагогика, история медицины.

Участие авторов

Шорохова И.И. – концепция исследования, организация комплексных исследований, сбор материала, статистическая обработка данных, сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, написание и редактирование текста.

Зырянов Б.Н. – статистическая обработка данных, сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, написание и редактирование текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 04.01.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on January 04, 2023, accepted for publication on March 31, 2023.

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 1. (118). С. 103-120.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. № 1. (118). P. 103-120.

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 616.314-002-092-003.96-053.6:612.017.1(571.121)

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007

ИММУНИТЕТ В ПАТОГЕНЕЗЕ КАРИЕСА ЗУБОВ ПРИ АДАПТАЦИИ ПОДРОСТКОВ КОРЕННОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Борис Николаевич Зырянов¹, Олег Владимирович Антонов²

¹Медицинская клиника «Дента-Смак», Омск, Россия

²Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия

¹*sdpzyryanov@mail.ru* <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

²*kafpdb@mail.ru* <http://orcid.org/0000-0002-5966-9417>

Аннотация. Изучение иммунитета и его роль в патогенезе кариеса зубов при адаптации детей к экстремальным условиям Крайнего Севера являются актуальными. Целью исследования явилось изучение местного и общего иммунитета и их связь с развитием кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения к условиям Арктики. Было обследовано 111 подростков коренного и пришлого населения Крайнего Севера. У обследованных подростков были изучены общий и местный иммунитет, а также распространённость и интенсивность кариеса зубов. Всего было выполнено 1554 лабораторных анализа и 275 клинических показателей. Выявлено нарушение общего и местного иммунитета у подростков пришлого населения, длительно проживающих в Арктике. Нарушение иммунитета сопряжено с более высокой заболеваемостью кариесом зубов у подростков пришлого населения в этом регионе. Полученные результаты выявили роль иммунитета в патогенезе кариеса зубов у подростков в Арктике. Эти результаты исследования свидетельствуют о срыве адаптации у подростков пришлого населения при длительном проживании их в условиях Крайнего Севера. Даны рекомендации.

Ключевые слова: общий и местный иммунитет, кариес зубов, па-

тогенез, адаптация, подростки коренного и пришлого населения, Крайний Север.

Цитирование: Зырянов Б.Н. Иммуитет в патогенезе кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения на Крайнем Севере / Б.Н. Зырянов, О.В. Антонов // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 103–120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007.

Original article

IMMUNITY IN THE PATHOGENESIS OF DENTAL CARIES IN THE ADAPTATION OF ADOLESCENTS OF INDIGENOUS AND IMMIGRANT POPULATION IN THE FAR NORTH

Boris N. Zyryanov¹, Oleg V. Antonov²

¹Medical Clinic "Denta-Smak", Omsk, Russia

²Omsk State Medical University, Omsk, Russia

¹sdpyryanov@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

²kafpdb@mail.ru <http://orcid.org/0000-0002-5966-9417>

Abstract. The study of immunity and its role in the pathogenesis of dental caries in the adaptation of children to the extreme conditions of the Far North are relevant. The aim of the study was to study local and general immunity and their relationship with the development of dental caries during the adaptation of indigenous and immigrant adolescents to Arctic conditions. 111 adolescents of the indigenous and immigrant population of the Far North were examined. The examined adolescents had general and local immunity, as well as the prevalence and intensity of dental caries. A total of 1554 laboratory analyses and 275 clinical indicators were performed. A violation of general and local immunity was revealed in immigrant adolescents who have been living in the Arctic for a long time. Violation of immunity is associated with a higher incidence of dental caries in immigrant adolescents in this region. The results revealed the role of immunity in the pathogenesis of dental caries in adolescents in the Arctic. These results of the study indicate about the breakdown of adaptation in immigrant adolescents during their long-term residence in the conditions of the Far North. Recommendations are given.

Keywords: general and local immunity, dental caries, pathogenesis,

adaptation, adolescents of indigenous and immigrant population, Far North.

Citation: Zyryanov B.N. Immunity in the pathogenesis of dental caries in the adaptation of adolescents of indigenous and immigrant population in the Far North / B.N. Zyryanov, O.V. Antonov // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. С. 103–120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.007.

Введение

Экстремальные условия Крайнего Севера приводят к снижению адаптации человека и сопровождаются нарушением и утратой здоровья, особенно прибывших в этот регион как взрослых [1, 2, 3, 4, 5], так и детей [6, 7, 8, 9]. Это способствует развитию высокой патологии, протекающей более тяжело и имеющей свои особенности [10, 11, 12, 13]. Ямало-Ненецкий автономный округ относится к районам высоких широт и является экстремальной территорией с суровыми климато-географическими и социально-гигиеническими условиями, влияющими на здоровье людей [7, 14]. Это проявляется нарушением адаптации организма как коренного, так и пришлого населения Крайнего Севера, и вызывает патологию [4, 5, 8, 10, 11]. Кариес зубов является одним из распространённых заболеваний в мире [15, 16, 17]. В условиях Крайнего Севера поражение зубов кариесом отмечается наиболее высоким [8, 18, 19, 20]. Изучение роли иммунитета в патогенезе кариеса зубов у населения Арктики является актуальным.

Иммунная система является одним из важных механизмов формирования адаптации человека на Крайнем Севере [8, 21, 22, 23, 24]. Изучению состояния иммунитета у населения Крайнего Севера посвящён ряд исследований [8, 21, 22, 24]. Экстремальные условия на Крайнем Севере для здоровья человека, особенно детского организма, значительно более тяжелые, чем в средней полосе [7, 8, 14]. Освоение Арктики сопровождается интенсивным обживанием этого сурового региона и переездом на постоянное жительство семей с детьми. Организм приезжего ребёнка в Арктике с несформированной иммунной системой является наиболее уязвимым при адаптации к экстремальным условиям Крайнего Севера [8, 25, 26]. Состояние иммунитета у детей школьного возраста коренного и пришлого населения, проживающих на Крайнем Севере, в проблеме патогенеза кариеса зубов изучены недостаточно [8]. В связи с этим возникает необходимость изучить ряд показателей, характеризующих общий и местный иммунитет, его роль в патогенезе кариеса зубов для выявления особенностей адаптации у приезжих подростков с различными сроками

проживания в экстремальных условиях Крайнего Севера и у постоянно проживающих коренных подростков в этих суровых условиях.

Цель исследования

Целью исследования явилось изучение общего и местного иммунитета в патогенезе кариеса зубов при адаптации подростков коренного и пришлого населения (далее по тексту – коренных и пришлых подростков) на Крайнем Севере.

Материалы и методы

В качестве региона Крайнего Севера для изучения был взят Ямало-Ненецкий автономный округ. Исследование показателей общего (системного) и местного иммунитета проведено у 31 подростка коренного населения (ненцы, ханты, селькупы) и у 80 подростков пришлого населения Крайнего Севера, выходцев из средней полосы Западной Сибири, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе различные сроки (один год, пять лет и 10 лет). Обследование проводилось в г. Салехарде. Всего было обследовано 111 подростков, лица мужского пола в возрасте 15 лет. Пришлые подростки, проживающие разные сроки в условиях Крайнего Севера, составили основную группу, а коренные подростки Крайнего Севера – группу сравнения. В группы обследованных были включены практически здоровые дети-подростки, не состоящие на диспансерном учете, без признаков перенесенных острых инфекционных заболеваний на момент обследования. В качестве клинического материала у обследуемых лиц были изучены стоматологические заболевания. Так, на кариес зубов было обследовано 111 подростков, у которых проводилось углублённое обследование. Для обследования использовалась «Карта комплексного стоматологического и социально-гигиенического обследования» (ЦНИИС). У них по этой карте определялись распространённость кариеса зубов (%), интенсивность кариеса зубов (индекс КПУ – число зубов, поражённых кариесом, число пломб зубов и число удалённых зубов, индекс КППУ – число поражённых кариесом поверхностей зубов, число пломб на поверхностях зубов и число удалённых зубов). Всего получено 275 клинических показателей.

При углублённом обследовании у этих же подростков был изучен общий и местный иммунитет. Среди общего иммунитета было изучено его клеточное звено. Клеточное звено общего иммунитета определялось путём общего анализа крови с оценкой количества лейкоцитов, эозинофилов, нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов, который выполнялся на гематологическом анализаторе «ABX PENTRA 60» (Франция). Местный иммунитет изучался у обследуемых подростков в надосадочной части ро-

товой жидкости и в осадке ротовой жидкости, где определялись его гуморальное и клеточное звено. Забор ротовой жидкости проводился согласно рекомендации Б.Н. Зырянова, Т.Ф. Соколовой [27]. Для получения надосадочной части и осадка ротовой жидкости ротовую жидкость центрифугировали на центрифуге ОПН-ЗУ при скорости 3000 об./мин. в течение 15 минут. Гуморальное звено местного иммунитета оценивали по содержанию секреторного иммуноглобулина «А» (sIgA), иммуноглобулина «А» (IgA), иммуноглобулина «G» (IgG) и иммуноглобулина «M» (IgM) в надосадочной части ротовой жидкости методом иммуноферментного анализа с помощью набора реагентов ЗАО «Вектор-Бест» (Россия). Лизоцим в ротовой жидкости определялся методом О.В. Бухарина и Н.В. Васильева (1971). Показатели клеточного звена местного иммунитета – нейтрофилы, лимфоциты и макрофаги, а также эпителий определялись в мазках центрифугата осадка ротовой жидкости на предметном стекле путём окраски по Романовскому – Гимза и под микроскопом «Биолан» с увеличением 630 проводился их подсчёт с помощью сетки Автандилова. Всего было проведено 1554 лабораторных анализа. Статистический анализ осуществлялся с использованием пакета программы «Statistica 8 for Windows». Статистические показатели определялись подсчетом интенсивных показателей относительных величин (Р), средней арифметической (М) и их ошибки ($\pm m$) с оценкой значимости различий между сравниваемыми показателями по t-критерию Стьюдента и оценивался коэффициент корреляции по Пирсону (r). Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05 [28].

Результаты исследования и обсуждение

Основным критерием, определяющим важность исследования, являются клинические показатели. Наиболее адаптированной к экстремальным условиям Арктики представлена группа коренных подростков этого региона, что подтверждается клиническими данными (таблица 1). Так, распространённость кариеса у приезжих подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере, достоверно выше ($p < 0,001$), чем у коренных подростков. Анализ интенсивности кариеса зубов показал следующее. Индекс КПУ у пришлых подростков, проживающих пять – десять лет в Арктике (II, III группы) увеличился в 2,0-2,3 раза ($p < 0,001$), чем за один год проживания их (группа I) в этом регионе, а индекс КПпУ у пришлых подростков, длительно проживающих в Арктике (II, III группы), увеличился в 2,1 – 2,6 раза ($p < 0,001$) по сравнению с первым годом проживания их на Крайнем Севере. Отдельно следует отметить, что индекс КПУ у пришлых подростков, длительно проживающих в Арктике (II и III группы), был в 2,5-2,9 раза выше ($p < 0,001$), чем у коренных подростков, а индекс

КППУ у пришлых подростков, проживающих в Арктике пять-десять лет (II, III группы), в 2,8-3,4 раза выше ($p < 0,001$), чем у коренных подростков этого региона. Самый высокий показатель индекса КППУ отмечался у пришлых подростков и был равен $13,29 \pm 0,31$, а самый низкий был у коренных подростков Арктики — $3,91 \pm 0,25$. Следовательно, индексы КПУ и КППУ при увеличении сроков проживания пришлых подростков в Арктике существенно росли ($p < 0,001$) и были значительно выше ($p < 0,001$) по сравнению с этими показателями у коренных подростков. Таким образом, согласно оценочным критериям (ВОЗ, 1980) интенсивность кариеса зубов (индекс КПУ) у пришлых подростков при длительном проживании их в Арктике является очень высокой. У коренных подростков отмечается средний уровень интенсивности кариеса зубов.

Таблица 1. Показатели распространённости кариеса зубов (%), индекса КПУ, индекса КППУ у приезжих подростков, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе различные сроки (от одного года до десяти лет), и у подростков коренного населения этого округа в возрасте 15 лет ($M \pm m$, $P \pm m$, p)

Группы населения	Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы)			Подростки коренного населения (группа сравнения) — $n=31$
	I группа (1 год) $n=30$	II группа (5 лет) $n=28$	III группа (10 лет) $n=22$	
Показатели				
Распространённость (%)			100	$90,74 \pm 3,94$ $p_4 < 0,05$
Индекс КПУ	$4,71 \pm 0,33$	$9,60 \pm 0,25$ $p_1 < 0,001$	$10,91 \pm 0,24$ $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$3,80 \pm 0,27$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
Индекс КППУ	$5,20 \pm 0,37$	$10,82 \pm 0,52$ $p_1 < 0,001$	$13,29 \pm 0,31$ $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$3,91 \pm 0,25$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$

Примечание: p_1 — достоверность различий между I и последующими группами, p_2 — достоверность различий между II и III группами, p_3 — достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 — достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n — число обследованных подростков.

Высокая заболеваемость у пришлых подростков диктует необходимость изучить иммунитет, являющийся одним из главных механизмов адаптации и роста патологии. Особое внимание в наших исследованиях уделялось изучению общего (системного) и местного иммунитета у пришлых подростков с различными сроками проживания в экстремальных условиях Крайнего Севера и для сравнения у коренных подростков этого региона. Важным моментом является изучение показателей клеточного звена общего иммунитета у исследуемых нами подростков Арктики (таблица 2).

Таблица 2. Показатели клеточного звена общего иммунитета у пришлых подростков, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе различные сроки (от одного года до 10 лет – основная группа), и у коренных подростков Ямала (группа сравнения) в возрасте 15 лет ($M \pm m$, p)

Группы населения	Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы)			Подростки коренного населения (группа сравнения) – $n=31$
	Показатели	I группа (1 год) $n=30$	II группа (5 лет) $n=28$	
Лейкоциты $\times 10^9/\text{л}$	$8,51 \pm 0,29$	$5,70 \pm 0,28$ $p_1 < 0,001$	$5,33 \pm 0,19$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$	$5,47 \pm 0,08$ $p_1 < 0,001$ $p_3 > 0,05$ $p_4 > 0,05$
Эозинофилы %	$1,80 \pm 0,13$	$2,86 \pm 0,15$ $p_1 < 0,001$	$2,56 \pm 0,14$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$	$3,47 \pm 0,07$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
Нейтрофилы %	$70,21 \pm 0,47$	$65,75 \pm 1,01$ $p_1 < 0,001$	$68,89 \pm 0,26$ $p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,01$	$55,74 \pm 0,87$ $p_1 < 0,001$ $p_3 > 0,001$ $p_4 < 0,001$
Лимфоциты %	$18,94 \pm 0,47$	$15,33 \pm 0,45$ $p_1 < 0,001$	$15,72 \pm 0,32$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$	$29,47 \pm 0,74$ $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
Моноциты %	$9,50 \pm 0,31$	$7,60 \pm 0,29$ $p_1 < 0,001$	$7,38 \pm 0,45$ $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$	$7,31 \pm 0,12$ $p_1 < 0,001$ $p_3 > 0,05$ $p_4 > 0,05$

Примечание: p_1 – достоверность различий между I и последующими группами, p_2 – достоверность различий между II и III группами, p_3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n – число обследованных подростков.

Оказалось, что количество лейкоцитов у пришлых подростков при проживании пять и более лет в Арктике (II, III группы) существенно снижалось ($p < 0,001$), а у коренных подростков (группа сравнения) этот показатель был минимален и не отличался от группы подростков, проживающих в Арктике пять – десять лет ($p > 0,05$). Этот факт может свидетельствовать об истощении этого показателя клеточного звена в течение пяти – десяти лет проживания пришлых подростков в Арктике. Следующий показатель клеточного звена общего иммунитета – эозинофилы, выявил рост их количества ($p < 0,001$) при длительном проживании приезжих подростков (II и III группы) в Арктике. А количество эозинофилов у коренных подростков оказалось ещё выше ($p < 0,001$) по сравнению с показателями пришлых подростков, длительно проживающих в Арктике. Рост эозинофилов

у пришлых подростков на протяжении длительного проживания их на Крайнем Севере, а также высокое его содержание у коренных подростков может свидетельствовать об аллергологическом фоне, а также о возможном росте глистной инвазии в этом эпидемиологически неблагоприятном регионе на Обском Севере [2,8]. Количество нейтрофилов, обеспечивающих естественную резистентность организма, при проживании приезжих подростков в Арктике пять - десять лет (II и III группы) существенно снизилось ($p < 0,001-0,05$), по сравнению с первым годом проживания их в этом регионе. У подростков коренного населения этот показатель был самым низким, чем у пришлых подростков ($p < 0,001$) и был равен $55,74 \pm 0,87\%$. Этот факт свидетельствует о снижении естественной резистентности пришлых подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере. Количество лимфоцитов, главных клеток иммунной системы, на протяжении всех десяти лет проживания пришлых подростков в Арктике (II-III группы) постоянно снижалось ($p < 0,001$) и было значительно ниже ($p < 0,001$), чем у коренных подростков. Необходимо отметить, что снижение количества лимфоцитов при проживании пришлых подростков пять и десять лет в Арктике снизилось в 1,9 раза по сравнению с количеством лимфоцитов коренных подростков ($p < 0,001$). Постоянное снижение числа лимфоцитов у пришлых детей на протяжении всех десяти лет проживания их в Арктике свидетельствует об истощении этого показателя клеточного звена общего иммунитета у них, что снижает сопротивляемость к инфекции, способствует ухудшению адаптации и росту заболеваний. Количество моноцитов, создающих условия для формирования неспецифического иммунитета в исследуемых группах, у пришлых подростков на протяжении десяти лет (II, III группы) было ниже ($p < 0,001$), чем в первый год проживания их в Арктике. У коренных подростков Арктики этот показатель был низким и не отличался от показателей у пришлых подростков при длительном проживании их в Арктике ($p > 0,05$). Таким образом, показатели клеточного звена общего иммунитета при проживании пришлых подростков на Крайнем Севере пять – десять лет характеризуют, в целом, снижение всех клеток общего иммунитета (лейкоциты, нейтрофилы, лимфоциты и моноциты), что свидетельствует об истощении клеточного звена общего иммунитета у пришлых подростков. Это сочетается с ростом стоматологической патологии у подростков пришлого населения на Крайнем Севере. Низкие показатели лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов у коренных подростков Крайнего Севера можно рассматривать как региональную норму их проживания в Арктике, сформировавшуюся на протяжении многих веков и способствующую экономному функционированию клеточного звена общего иммунитета для реализации адаптации к экстремальным условиям Арктики. Высокие показатели лимфоцитов, главных клеток иммунной системы, у коренных подростков свидетель-

ствуют о высокой их иммунной защите от заболеваний, что подтверждается низкими показателями стоматологической патологии.

Для более углублённого исследования иммунитета нами были изучены показатели местного иммунитета, характеризующие более полную резистентность коренных и пришлых подростков на Крайнем Севере в процессе адаптации к суровым условиям Арктики. Среди показателей местного иммунитета были изучены показатели гуморального и клеточного звена у этих групп лиц. Анализ показателей гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков с различными сроками проживания их в Арктике и у коренных подростков этого региона в возрасте 15 лет показал (таблица 3), что титр секреторного иммуноглобулина «А» (sIgA) в процессе длительного проживания пришлых подростков (группы II, III) постоянно снижался ($p < 0,001-0,05$). Показатель sIgA у коренных подростков Арктики по сравнению с этими показателями у пришлых подростков в разные сроки проживания их в Арктике (от одного года до десяти лет) был в 1,3-1,8-2,0 раза выше ($p < 0,001$). Аналогичная тенденция в изучаемых группах ($p < 0,001$) отмечалась и при анализе иммуноглобулина «А» (IgA). Достаточно отметить, что содержание IgA у коренных подростков Арктики было в 2,6 раза выше ($p < 0,001$) по сравнению с этим показателем у пришлых подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере (III группа). Таким образом, титр sIgA и IgA у коренных подростков был достаточно высок, что обеспечивало их высокую резистентность в процессе адаптации к условиям Арктики, а у пришлых подростков отмечалось истощение защитных резервов и ухудшение адаптации, что ведёт к росту заболеваний. Это подтверждается ростом распространённости и интенсивности кариеса зубов у пришлых подростков по сравнению с подростками коренного населения Арктики (таблица 1). Корреляционный анализ между индексом КППУ и содержанием sIgA при проживании пришлых подростков пять лет на Крайнем Севере показал обратную сильную связь ($r = - 0,70$, $p < 0,01$). При более длительном проживании (десять лет) пришлых подростков в Арктике корреляционный анализ между индексом КППУ и содержанием sIgA показал также обратную сильную связь ($r = - 0,72$, $p < 0,01$). Этот факт свидетельствует о том, что при длительном проживании пришлых подростков в Арктике выявлена высокая связь иммунитета с патологией, что ведёт к нарушению адаптации пришлых подростков на Крайнем Севере, то есть чем ниже показатель гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков, тем хуже адаптация и выше патология. Однако титр иммуноглобулина «G» (IgG) на протяжении пяти лет проживания пришлых подростков в Арктике не менялся ($p > 0,05$) и только через десять лет проживания их в этом регионе увеличился ($p < 0,05$) и был равен показателю у коренных подростков ($p > 0,05$), что могло характеризовать такое

состояние как напряжение этого показателя гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков. Титр иммуноглобулина «М» (IgM) у пришлых подростков также увеличился через десять лет проживания их в Арктике ($p < 0,01$), и этот показатель оказался в 1,6 – 2,2 раза выше, чем у коренных подростков ($p < 0,01-0,05-0,001$). Это также свидетельствует о напряжении этого показателя гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков и может способствовать развитию воспалительных заболеваний у них.

Таблица 3. Показатели гуморального звена местного иммунитета (надосадочная часть ротовой жидкости) у пришлых подростков с различными сроками проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (от одного года до 10 лет – основная группа) и у коренных подростков Ямала (группа сравнения) в возрасте 15 лет ($M \pm m, p$)

Группы населения	Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы)			Подростки коренного населения (группа сравнения) – $n=31$
	Показатели	I группа (1 год) $n=30$	II группа (5 лет) $n=28$	
sIgA, г/л	0,66±0,04	0,50±0,04 $p_1 < 0,05$	0,43±0,06 $p_1 < 0,01$ $p_2 > 0,05$	0,88±0,06 $p_1 < 0,01$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
IgA, г/л	0,23±0,01	0,20±0,01 $p_1 < 0,01$	0,12±0,01 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	0,31±0,03 $p_1 < 0,05$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
IgG, г/л	0,34 ±0,02	0,39±0,02 $p_1 > 0,05$	0,46±0,02 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,05$	0,47±0,02 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,05$ $p_4 > 0,05$
IgM, г/л	0,16±0,01	0,17±0,02 $p_1 > 0,05$	0,22±0,02 $p_1 < 0,01$ $p_2 > 0,05$	0,10±0,02 $p_1 < 0,01$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,001$
Сумма иммуноглобулинов, г/л	1,31±0,03	1,13±0,03 $p_1 < 0,001$	1,04±0,02 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,05$	1,64±0,03 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
Лизоцим, мг/л	38,64±2,26	28,52±2,38 $p_1 < 0,01$	27,64±1,66 $p_1 < 0,01$ $p_2 > 0,05$	21,61±2,17 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,05$

Примечание: p_1 – достоверность различий между I и последующими группами, p_2 – достоверность различий между II и III группами, p_3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n – число обследованных подростков.

В целом отмечается снижение в 1,3 – 1,6 раза общего количества иммуноглобулинов (sIgA, IgA, IgG, IgM) у пришлых подростков по отношению к коренным подросткам Крайнего Севера ($p < 0,001$). Лизоцим у пришлых подростков в течение пяти лет проживания их на Крайнем Севере снижается ($p < 0,01$) и через 10 лет держится на уровне показателей пяти лет у пришлых детей ($p > 0,05$), что характеризует длительное истощение этого показателя гуморального звена местного иммунитета у пришлых подростков. Содержание лизоцима у коренных подростков Арктики было существенно ниже, чем у пришлых подростков ($p < 0,05$), проживающих пять и более лет в этом регионе. Эти факты могут свидетельствовать об истощении гуморального звена местного иммунитета в отношении показателей sIgA, IgA, общего количества иммуноглобулинов и лизоцима и напряжении этого звена в отношении показателей IgG, IgM. Таким образом, при анализе гуморального звена местного иммунитета преобладает истощение этого звена у пришлых подростков на Крайнем Севере.

Изучение клеточного звена местного иммунитета проводилось в осадке ротовой жидкости (таблица 4). Так, у пришлых подростков при всех сроках проживания их на Крайнем Севере отмечаются снижение количества нейтрофилов ($p < 0,001$). Однако по сравнению с подростками коренного населения Арктики количество нейтрофилов у них оказались в 3,5-1,8 раза выше ($p < 0,001-0,05$). Количество лимфоцитов у пришлых подростков на протяжении пяти лет проживания их на Крайнем Севере снижалось ($p < 0,001$). Количество лимфоцитов у коренных подростков, в целом было ниже, чем у подростков пришлого населения Арктики ($p < 0,001$). Следовательно, снижение лимфоцитов у пришлых подростков при длительном проживании их в Арктике свидетельствует об истощении этого показателя клеточного звена местного иммунитета у них. Число макрофагов у пришлых подростков значительно снизилось только через десять лет проживания их на Крайнем Севере ($p < 0,001$), а по сравнению с коренными подростками этот показатель у них был в 3,9 раза ниже ($p < 0,001$). Это свидетельствует об истощении этого показателя клеточного звена местного иммунитета у пришлых подростков. Представляло интерес проанализировать содержание эпителия в осадке ротовой жидкости. Так, количество эпителия у пришлых подростков при проживании их в Арктике на протяжении десяти лет (I, II, III группы) не менялось ($p > 0,05$). Однако этот показатель у коренных подростков был достоверно выше ($p < 0,01-0,05$) по сравнению с пришлыми лицами. В связи с высоким содержанием эпителия в осадке ротовой жидкости у коренных подростков этот факт свидетельствует о более высокой конверсии в эпителии слизистой полости рта у них иммуноглобулина «А» (IgA) в секреторный иммуноглобулин «А» (sIgA) по сравнению с пришлыми подростками, что подтверждается показателями более высокого уровня ($p < 0,001$) секреторного

иммуноглобулина «А» (sIgA) в ротовой жидкости у подростков коренного населения Арктики (таблица 3). Секреторный компонент, соединяясь с IgA, проходящим через эпителий, формирует sIgA более устойчивый к протеолитическим ферментам, что обеспечивает более высокую защиту в полости рта от патологии, поэтому низкое количество эпителия в осадке ротовой жидкости у пришлых подростков косвенно свидетельствует о дефиците sIgA. Таким образом, более высокое содержание у коренных подростков слущенного эпителия в осадке ротовой жидкости можно объяснить более интенсивной регенерацией эпителия в тканях полости рта и более эффективной продукцией ими sIgA, что может способствовать подавлению патогенной микрофлоры и препятствовать развитию болезней.

Таблица 4. Показатели клеточного звена местного иммунитета и эпителия (осадок ротовой жидкости) у пришлых подростков с различными сроками проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (от одного до 10 лет – основная группа) и у коренных подростков Ямала этого возраста (группа сравнения) в возрасте 15 лет ($M \pm m$, p)

Группы населения	Подростки пришлого населения, сроки проживания в Ямало-Ненецком автономном округе (основные группы)			Подростки коренного населения (группа сравнения) – n=31
	Показатели	I группа (1 год) n=30	II группа (5 лет) n=28	
Нейтрофилы	2,80±0,14	1,60±0,08 $p_1 < 0,001$	1,44±0,18 $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$	0,80±0,06 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,05$
Лимфоциты	4,00±0,36	1,20±0,09 $p_1 < 0,001$	3,75±0,02 $p_1 > 0,05$ $p_2 < 0,001$	2,15±0,09 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
Макрофаги	0,67±0,05	0,53±0,05 $p_1 > 0,05$	0,18±0,01 $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	0,71±0,08 $p_1 > 0,05$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,001$
Эпителий	92,50±0,97	94,30±0,61 $p_1 > 0,05$	94,60±0,42 $p_1 > 0,05$ $p_2 > 0,05$	96,10±0,58 $p_1 < 0,01$ $p_3 < 0,05$ $p_4 < 0,05$

Примечание: p_1 – достоверность различий между I и последующими группами, p_2 – достоверность различий между II и III группами, p_3 – достоверность различий между II группой и группой коренного населения, p_4 – достоверность различий между III группой и группой коренного населения; n – число обследованных подростков.

Заключение

На основании проведённых исследований выявлено, что длительное проживание подростков на Крайнем Севере ведёт к нарушению иммунитета у них в связи с экстремальным воздействием условий этого сурового региона на организм ребёнка. Это нарушение иммунитета проявляется в преобладании истощения клеточного звена общего иммунитета, а также истощения клеточного и гуморального звена местного иммунитета при различных сроках проживания пришлых подростков на Крайнем Севере. Нарушение показателей иммунной системы у пришлых подростков, длительно проживающих на Крайнем Севере, способствует снижению у них адаптационного потенциала. В итоге нарушение иммунитета у пришлых подростков формирует иммунную недостаточность у них, что способствует существенному снижению адаптационных возможностей детского организма и возникновению болезней. В связи с тем, что иммунная система подростка не сформирована, это ведёт к глубокому срыву механизмов адаптации пришлых подростков к условиям Крайнего Севера. Однако низкие показатели лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов клеточного звена системного иммунитета, низкие показатели IgG, IgM местного гуморального звена иммунитета, а также низкие показатели нейтрофилов, лимфоцитов клеточного звена местного иммунитета у подростков коренного населения могут свидетельствовать об экономном функционировании этой части общего и местного иммунитета, по-видимому, достаточной для необходимой адаптации коренных подростков к условиям Крайнего Севера, которую можно принять за региональную норму. Такой низкий уровень некоторых показателей функционирования иммунной системы у коренных подростков Арктики может быть достаточным и, по-видимому, обусловлен генетически, веками сложившейся экономной работой иммунитета у коренных подростков в суровых условиях Арктики, то есть биологически сформированным типом адаптации [1, 8, 13] на протяжении многих веков этого этноса, способствующим экономному функционированию иммунитета для осуществления адаптации их к экстремальным условиям Крайнего Севера. Тем не менее у коренных подростков Арктики тоже существуют проблемы адаптации, но в меньшей степени, поскольку они меньше болеют, чем пришлые подростки. Следует отметить, что в динамически меняющейся биосфере Арктики существует проблема норм показателей иммунной системы у подростков коренного и пришлого населения, которая требует их разработки с учётом экосистемы Заполярья. В этой проблеме много неясного и необходимы дальнейшие исследования.

Таким образом, экстремальные условия Крайнего Севера обуславливают в организме пришлого ребёнка, длительно проживающего в этих

условиях, развитие неблагоприятных адаптационных реакций организма, способствующих нарушению его адаптации в этом регионе. Нарушение иммунного статуса на фоне экстремальных условий Крайнего Севера, приводящее в большей мере к истощению иммунитета у пришлых подростков, формирует дисфункцию иммунитета у них, ведёт к существенному снижению адаптивных ресурсов и может стать причиной формирования патологии. Необходимо отметить, что более благоприятные показатели общего и местного иммунитета у подростков коренного населения с учётом их экономного функционирования сочетаются с более низкой заболеваемостью у них по сравнению с пришлыми подростками на Крайнем Севере. У пришлых подростков происходит перестройка функционирования иммунной системы, проявляющаяся нарушением состава клеточных и гуморальных факторов иммунной системы у них на Крайнем Севере. Это нарушение у пришлых подростков проявляется односторонне путём истощения всех звеньев общего и местного иммунитета при различных сроках проживания их в Арктике. Следовательно, экстремальные условия Крайнего Севера приводят к недостаточности и без того несформированной иммунной системы пришлых подростков и истощают механизмы адаптации у них, что составляет неспецифическое звено патогенеза заболеваний. Таким образом, суровые условия Крайнего Севера препятствуют оптимальной регуляции иммунной системы, что ведёт к истощению общего и местного иммунитета у пришлых подростков и снижению резервных возможностей организма пришлого подростка на Крайнем Севере. Это нарушение иммунитета крайне неблагоприятно влияет на процессы адаптации пришлых подростков к условиям Арктики и способствует росту кариеса зубов.

Рекомендации

При переезде подростков из комфортных зон Российской Федерации в регион Крайнего Севера рекомендуется проводить регулярный контроль иммунитета с целью своевременного выявления нарушения адаптации приезжих подростков к экстремальным условиям Арктики и проведения оптимизации иммунитета для улучшения адаптации, что улучшит здоровье пришлых подростков в Арктике. Для коренных подростков Арктики также необходим контроль иммунитета для совершенствования адаптации к условиям этого региона. Необходимо создание банка данных динамического наблюдения иммунитета и состояния стоматологической патологии коренных и приезжих подростков, его мониторинга и проведения лечебно-профилактических мероприятий. Необходимо проводить дальнейшие научные исследования по иммунитету коренных и пришлых подростков на Крайнем Севере, по прогнозированию нарушения адап-

тации приезжих подростков, по разработке региональных норм показателей иммунитета и его оптимизации для совершенствования адаптации пришлых и коренных подростков в Арктике, снижения заболеваемости кариесом зубов и повышения качества их жизни.

Список источников

1. Бельчусова Е.А. Неспецифические адаптивные реакции организма коренных жителей Арктики / Е.А. Бельчусова, Е.Н. Николаева, О.Н. Колосова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – С. 43-48.
2. Зырянов Б.Н. Особенности организации стоматологической помощи населению Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов, Л.В. Глушкова, Н.И. Мышко, В.А. Мышко // Экономика и менеджмент в стоматологии. – 2012. – № 2. – С. 28-30.
3. Зырянов Б.Н. Микротвёрдость зубных тканей в патогенезе кариеса зубов у населения Крайнего Севера Западной Сибири / Б.Н. Зырянов, П.А. Онгоев, А.П. Онгоев // Новое в стоматологии. – 2001. – № 10. – С. 94-95.
4. Каспарова А.Э. Общий адаптационный синдром и его влияние на реализацию репродукции в условиях субарктического региона / А.Э. Каспарова, Л.В. Коваленко, В.С. Шелудько [и др.] // Человек на Севере : системные механизмы адаптации. Сборник трудов, посвящённый 90-летию основания Магадана. Под общей редакцией академика РАН, доктора мед. наук Н.Н. Беседновой. – Магадан : Типография «Экспресс-полиграфия», 2019. – Т. 3. – С. 116-128.
5. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям севера / П.Г. Петрова // Вестник Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». – 2019. – № 2 (15). – С. 29-38.
6. Зырянов Б.Н. Растворимость эмали в патогенезе кариеса зубов у детей Крайнего Севера Дальнего Востока / Б.Н. Зырянов // Институт стоматологии. – 2014. – № 2 (63). – С. 82-83.
7. Зырянов Б.Н. Влияние медико-географических особенностей Крайнего Севера на состояние зубных тканей и поражаемость кариесом зубов коренного и приезжего населения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Москва, 1981. – 20 с.
8. Зырянов Б.Н. Кариес зубов у коренного и пришлого населения Крайнего Севера Тюменской области, механизмы развития и профилактики

- ка (клинико-патогенетическое исследование). Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук. Омская государственная медицинская академия. – Омск, 1998. – 47 с.
9. Зырянов Б.Н. Биохимические показатели ротовой жидкости у детей как критерий прогнозирования развития кариеса зубов / Б.Н. Зырянов, И.А. Львова, Е.Л. Матвеева, М.А. Ковинька // *Маэстро стоматологии*. – 2005. – № 1. – С. 58-61.
 10. Неудахин Е.В. Влияние экологически неблагоприятных факторов на состояние адаптоспособности организма у детей / Е.В. Неудахин, Я.М. Луцкий // *Экопатология детского возраста. Сборник лекций и статей*. – М., 1995. – С. 44-48.
 11. Зырянов Б.Н. Особенности клинического течения стоматологических заболеваний на Крайнем Севере Тюменской области / Б.Н. Зырянов // *Компенсаторно-приспособительные процессы: фундаментальные и клинические аспекты : материалы Всероссийской конференции*. Редакционная коллегия : Куликов В.Ю., Пальцев А.И., Цырендоржиев Д.Д. – Новосибирск, 2002. – С. 274-275.
 12. Зырянов Б.Н. Особенности лечения стоматологических заболеваний у коренного и пришлого населения Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов // *Методические рекомендации*. – Омск, 2011. – 51 с.
 13. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину / В.И. Хаснулин. – Новосибирск, 1998. – 337 с.
 14. Агаджанян Н.А. Экология человека: избранные лекции / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин. – М.: КРУК, 1994. – 256 с.
 15. Кузьмина Э.М. Распространённость и интенсивность кариеса зубов у населения России / Э.М. Кузьмина // *Клиническая стоматология*. – 1998. – № 8. – С. 36-38.
 16. Леус П.А. Возможности описательной эпидемиологии в оценке тенденций кариозной болезни у детей России и Беларуси / П.А.Леус // *Стоматология*. – 2016. – № 4. – С. 2126.
 17. Anil S., Anand P.S. Early childhood caries: prevalence, risk factors, and prevention / S. Anil, P. S. Anand // *Frontiers in Pediatrics*. – 2017. – vol. 5. – P. 157.
 18. Адмакин О.И. Стоматологический статус населения г. Архангельска / О.И. Адмакин, Н.Л. Гудкова // *Новые технологии в стоматологии*. – М., 1998. – С. 8-9.
 19. Семёнов А.Д. Клинико-физиологическое обоснование совершенствования стоматологической помощи населению промышленных районов Республики Саха (Якутия) : автореф. дисс. канд. мед. наук. – Москва, 2017. – 25 с.
 20. Bardsley P.F., Taylor S., Milosevic A. Epidemiological studies of tooth wear

- and dental erosion in 14-year-old children in North West England. Part 1.: The relationship with water fluoridation and social deprivation / P.F. Bardsley, S. Taylor, A. Milosevic // Br. Dent. J. – 2004. – 197. – P. 413-416.
21. Добродеева Л.К. Соотношение содержания иммунокомпетентных клеток в регуляции иммунного статуса человека, проживающего на Севере / Л.К. Добродеева, О.Е. Филиппова, С.Н. Балашова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2 (48). – С. 132-134.
 22. Зырянов Б.Н. Иммунитет полости рта в механизмах развития кариеса зубов у рабочих нефтяников Севера Томской области / Б.Н. Зырянов, Р.Г. Гамзатов, Т.Ф. Соколова // Институт стоматологии. – 2013. – № 4 (61). – С. 78-79.
 23. Некрасова М.В. Адаптивные иммуно-гормональные реакции у мужчин в экстремальных климатических и профессиональных условиях Севера / М.В. Некрасова, Е.Ю. Шашкова, Е.В. Поповская // Российский иммунологический журнал. – 2016, Т. 10 (19). – № 2 (1). – С. 29-31.
 24. Щёголева Л.С. Адаптивный иммунный статус у представителей различных социально-профессиональных групп жителей Европейского Севера Российской Федерации / Л.С. Щёголева, О.В. Сидоровская, Е.Ю. Шашкова [и др.] // Экология человека. – 2017. – № 10. – С. 46-51.
 25. Мальцева Т.В. Особенности иммунного статуса при различных вариантах вегетативного обеспечения у детей и школьников, проживающих на Крайнем Севере / Т.В. Мальцева, Н.С. Половодова // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2010. – № 4 (89). – С. 122-126.
 26. Мазунина А.А. Сравнительная характеристика иммунологического и генетического статуса у детей Крайнего Севера Пермского края / А.А. Мазунина, О.В. Долгих // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 6 (327). – P. 31-34.
 27. Зырянов Б.Н. Подготовка обследованных к забору слюны и ротовой жидкости при стоматологических исследованиях / Б.Н. Зырянов, Т.Ф. Соколова // Маэстро стоматологии. – 2013. – № 2. – С. 85-86.
 28. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика : учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – Санкт-Петербург : Фолиант, 2003. – 423 с.

Сведения об авторах

Зырянов Борис Николаевич родился в 1942 году. В 1966 году окончил стоматологический факультет Омского государственного медицинского института. С 1966 года по 1972 год работал на Крайнем Севере (Ямало-Не-

нецкий автономный округ). С 1978 года по 1987 год работал на кафедре социальной гигиены и организации здравоохранения, далее по 2017 г. работал на кафедре стоматологии последиplomного образования Омского государственного медицинского университета, заведовал этой кафедрой. Доктор медицинских наук, профессор. Действительный член (академик) Академии Полярной Медицины и Экстремальной Экологии Человека. Окончил курсы Сотрудничающего Центра Всемирной Организации Здравоохранения по стоматологическому образованию. Постоянно проводит научные исследования на Ямале. Область научных интересов: стоматология, Арктика, Северная медицина, онкология, иммунология, биохимия, экология, общественное здоровье, организация здравоохранения, адаптация к Полярным регионам, педагогика.

Антонов Олег Владимирович родился в 1970 году. В 1993 году окончил педиатрический факультет Омского государственного медицинского института. С 2007 г. – заведующий кафедрой пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии, с 2019 г. по настоящее время – зав. кафедрой педиатрии Омского государственного медицинского университета. Доктор медицинских наук, доцент. Область научных интересов: педиатрия, клиническая эпидемиология, медицинская генетика, экология.

Участие авторов

Зырянов Б.Н. – концепция исследования, организация комплексных исследований, сбор материала, статистическая обработка данных, сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, написание и редактирование текста.

Антонов О.В. – сбор литературных данных, интерпретация результатов исследования, редактирование текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 12.12.2022 г., принята к публикации 31.03.2023.

The article was submitted on December 12, 2022, accepted for publication on March 31, 2023.

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District

№ 1 (118) 2023

В журнале публикуются исследования, посвященные вопросам развития Арктического региона планеты. Для нас важно представить комплексный взгляд на процессы, происходящие в этом регионе, поэтому принимаются рукописи, освещающие проблематику с разных точек зрения — исторической, экономической, экологической, биологической, социокультурной.

Особое внимание уделяется исследованиям в сфере мерзотоведения, криологии Земли, экологии и геоэкологии, истории и образа жизни коренных малочисленных народов Севера, адаптации современного человека к условиям Арктики.

Журнал ориентирован на исследователей, работников органов государственного и муниципального управления, аспирантов и студентов университетов стран Арктики.

Журнал является рецензируемым, индексируется и реферировается в наукометрической базе данных Российского Индекса Научного Цитирования (РИНЦ).

Сайт журнала: <http://magazine.arctic89.ru/>

12+

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ №ФС77-81250 от 08.06.2021 г.

Учредитель и издатель: ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»

Адрес учредителя, издателя и редакции:

629008, Россия, Ямало-Ненецкий АО, г. Салехард, ул. Республики, 20, оф. 203,
тел. 8 (34922) 4-41-32, e-mail: vvp2014@bk.ru

Подписной индекс: П6404

Распространяется в печатном виде. Все статьи журнала находятся в открытом доступе (Open Access)

Фото на обложке: Вадим Пономарев (г. Салехард)

© Государственное автономное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики»

Подписано в печать —.04.2023 г. Дата выхода в свет —.04.2023 г.

Формат 70x100¹/₁₆. Печать цифровая. Усл. печ. л. 7,93.

Гарнитура Newton. Бумага Colotech Plus. Тираж 100 экз. Заказ № 348320.

Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Золотой тираж» (ООО «Омскбланкиздат»)

г. Омск, ул. Орджоникидзе, 34,

тел. (3812) 212-111

www.золотойтираж.рф
