

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2026, Том 18, № 2 / 2026, Vol. 18, Iss. 2 <https://esj.today/issue-2-2026.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/34SAVN226.pdf>

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Вишторский, Е. М. Управление жизненным циклом центров обработки данных при формировании арктической инфраструктуры / Е. М. Вишторский // Вестник евразийской науки. — 2026. — Т. 18. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/34SAVN226.pdf>.

For citation:

Vishtorsky E.M. Data center lifecycle management for arctic infrastructure development. *The Eurasian Scientific Journal*. 2026;18(2): 34SAVN226. Available at: <https://esj.today/PDF/34SAVN226.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 654.078

Вишторский Евгений Михайлович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия
Доцент

Кандидат технических наук

E-mail: vishtorsky@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9158-6884>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1015823

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=58817086300>

Управление жизненным циклом центров обработки данных при формировании арктической инфраструктуры

Аннотация. Статья посвящена проблеме формирования системного подхода к управлению жизненным циклом центров обработки данных как неотъемлемого элемента развивающейся арктической инфраструктуры. Актуальность темы обусловлена стремительной трансформацией центров обработки данных из вспомогательной ИТ-инфраструктуры в самостоятельный тип критически важных объектов, дополняющих традиционную горнодобывающую, энергетическую, транспортную и гидротехническую инфраструктуру Арктической зоны. Холодный климат, ранее рассматривавшийся как препятствие для капитального строительства, сегодня признаётся конкурентным преимуществом, позволяющим существенно снижать затраты на охлаждение серверного оборудования и достигать высоких показателей энергоэффективности.

Целью работы является разработка и обоснование механизмов управления жизненным циклом арктических центров обработки данных, учитывающих специфику природно-климатических, инфраструктурных и эксплуатационных условий макрорегиона. Методологическая база исследования включает анализ нормативно-правовых документов, ретроспективный анализ реализованных и планируемых инфраструктурных проектов в Арктической зоне РФ и за рубежом, а также сравнительную оценку рисков на различных этапах жизненного цикла.

Практическая значимость работы подтверждается анализом конкретных инвестиционных проектов, реализуемых в Арктической зоне РФ: «Дата-Центр Арктика2» в Карелии, Арктический центр обработки данных «Ростелеком» в Мурманске, проект «Группы Сибстар» мощностью 20 МВт, энергонезависимый центр обработки данных Якутской топливно-энергетической компании на газе.

Заключение содержит вывод о том, что для полноценной реализации арктического потенциала российской индустрии центров обработки данных необходимо преодолеть сверхконцентрацию мощностей в столичном регионе, обеспечить доступ к долгосрочному льготному финансированию, развить волоконно-оптическую инфраструктуру вдоль Северного морского пути и создать целевую образовательную экосистему для подготовки кадров в арктических университетах.

Ключевые слова: центр обработки данных; ЦОД; инфраструктура; жизненный цикл; арктический регион; АЗРФ

Введение

Мировой рынок вычислительных центров обработки данных (ЦОД) является одним из наиболее динамично развивающихся и масштабных секторов экономики, стимулируя формирование крупных научно-производственных объединений в северных широтах [1–3]. В этих условиях ключевое значение приобретает переход к комплексному управлению полным эксплуатационным циклом капитальных объектов такой инфраструктуры — от стадии концептуального проектирования до возведения, технической эксплуатации, модернизации и утилизации. Данный подход особенно востребован в Арктике, где предъявляются жесткие требования к отказоустойчивости и ресурсу работы инженерных систем [4]. Импульсом для пересмотра региональной политики послужило открытие в 2011 году финского дата-центра Google в городе Хамина, после чего европейские страны Севера приступили к выработке согласованной стратегии развития ЦОД-индустрии в полярной зоне. Особого внимания заслуживает регион Лулео-Боден-Питео, который образует всемирно признанный кластер ЦОД и размещает центр обработки данных RISE ICE — один из ведущих научно-исследовательских и инновационных центров в Европе. Сегодня ЦОД рассматриваются как новый тип критически важной инфраструктуры, дополняющий традиционную горнодобывающую, энергетическую, транспортную и гидротехническую инфраструктуру [1].

В настоящее время большинство кластеров ЦОД, использующих холодный климат, расположены на окраинах Арктики или в субарктических районах. Управление жизненным циклом таких объектов требует учёта экстремальных температурных режимов на этапах строительства (ограниченные сроки ведения работ, необходимость использования специальных материалов и технологий), эксплуатации (повышенные нагрузки на инженерные системы) и капитального ремонта (логистические ограничения для доставки оборудования и персонала) [5]. Особого внимания заслуживает опыт финского города Каяани.¹ В 2012 году на базе бывшей бумажной фабрики был создан ЦОД, а местный университет прикладных наук разработал программу специализации, предоставляющую студентам навыки работы с серверным оборудованием и современными сетевыми решениями. В 2019 году ЦОД CSC в Каяани был выбран для размещения общеевропейского суперкомпьютера, тепло от которого будет обеспечивать до 20 процентов потребностей региона в централизованном теплоснабжении. Этот пример демонстрирует эффективность редевелопмента существующих промышленных зданий, что является одной из стратегий управления жизненным циклом, позволяющей сократить затраты на этапе капитального строительства и минимизировать воздействие на окружающую среду [6].

¹ Google обогреет жителей целого города в Финляндии отработанной водой из дата-центра. — Текст: электронный // Газета.ru: [сайт]. — URL: https://www.gazeta.ru/tech/news/2025/08/20/26539268.shtml?utm_auth=true (дата обращения: 06.04.2026).

В России законодательное регулирование этой сферы сделало важный шаг вперёд. 23 июля 2025 года президент РФ внёс изменения в Закон «О связи»², который впервые законодательно закрепил понятие ЦОД как совокупности зданий или помещений с инженерными системами, предназначенных для обработки и хранения информации. Однако полноценное управление жизненным циклом объектов капитального строительства ЦОД требует не только определения статуса, но и чёткой регламентации всех этапов — от инженерных изысканий и проектирования до технической эксплуатации и утилизации [7].

Вступил в силу новый свод правил СП 541.1325800.2024 «Здания и сооружения ЦОД. Правила проектирования».³ Это первый нормативный документ, который системно регламентирует проектирование ЦОД на всех этапах — от выбора участка до эксплуатации машзалов. СП 541.1325800.2024 создаёт нормативную основу для этапа проектирования как ключевой фазы жизненного цикла, закладывая требования, влияющие на последующие этапы — строительство, эксплуатацию и вывод из эксплуатации. Документ обязателен для новых капитальных проектов и встроенных помещений, предназначенных под ЦОД, и не распространяется на мобильные, контейнерные и некапитальные решения. Введение СП стало важным шагом к унификации требований и формированию единых технических рамок для рынка. Нормативным документом определены требования к архитектуре и инженерии:

1. Архитектурно-планировочные решения и функциональное зонирование. В обязательном порядке предусматривается выделение трех обособленных зон: информационной, телекоммуникационной и инженерной. Нормативно закрепляется состав вспомогательных помещений — для службы охраны, диспетчерской, оперативного персонала и складских нужд. Объединение различных зон в одном пространстве разрешается исключительно при наличии специальных обоснований. Машинные залы должны проектироваться без оконных проемов, если альтернативное решение не подтверждено соответствующими расчетами. Грамотно выполненное зонирование, закладываемое на этапе проектирования, напрямую определяет удобство технического обслуживания и ремонтпригодность объекта на всем протяжении его эксплуатационного цикла.

2. Объемно-планировочные требования и меры безопасности. Устанавливаются минимальные габариты проходов: не менее 1 метра с лицевой стороны стоек и 0,6 метра с тыльной. Запрещается прокладка транзитных инженерных коммуникаций вне специально предусмотренных изолированных каналов и лотков. Предписывается обязательная защита помещений от протечек, запыления, вибрационных воздействий и затоплений. При площади машинного зала 24 м² и более в обязательном порядке монтируется система автоматического пожаротушения. Неукоснительное соблюдение перечисленных требований непосредственно влияет на безопасность эксплуатации объекта и позволяет минимизировать вероятность возникновения аварийных ситуаций, что приобретает критическую значимость для объектов, относимых к критической информационной инфраструктуре.

3. Инженерные системы. Предусматривается дифференциация потребителей энергии на категории критических и некритических. Для систем, обеспечивающих бесперебойную работу, вводится обязательное резервирование электропитания. Регламентируются требования к системам энергоснабжения, воздухообмена, контурам заземления и средствам физической защиты объекта. Заложенное на этапе проектирования дублирование инженерных подсистем гарантирует отказоустойчивость дата-центра, его способность функционировать без сбоев при

² Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 N 126-ФЗ.

³ СП 541.1325800.2024 «Здания и сооружения ЦОД. Правила проектирования».

пиковых нагрузках — это главный индикатор эффективного управления эксплуатационной стадией жизненного цикла.

4. Энергоэффективность и охлаждение. Нормативно закрепляется методика расчета показателя PUE. Устанавливаются допустимые рамки относительной влажности воздуха — от 20 % до 80 %. Вводится двухступенчатая очистка приточного воздуха фильтрами классов G4 и F7, а также поддержание избыточного давления в машинных залах. К разрешенным технологиям охлаждения отнесены фрикулинг, жидкостное и комбинированное (гибридное) охлаждение. Допускается использование фальшполов и организация коридорной схемы «горячий/холодный коридор». Энергоэффективные проектные решения напрямую определяют величину операционных издержек на протяжении всего срока службы объекта. Для арктических ЦОД, где основные затраты электроэнергии приходятся на системы климат-контроля и охлаждения, этот фактор приобретает критическое значение.

Российская Арктика постепенно становится площадкой для реализации ЦОД-проектов, использующих естественные конкурентные преимущества региона. На сегодняшний день можно выделить несколько знаковых инициатив. Для каждого из этих проектов требуется разработка индивидуальной стратегии управления жизненным циклом, учитывающей удалённость объектов, ограниченные сроки строительно-монтажных работ в условиях вечной мерзлоты и необходимость долгосрочного технического обслуживания [8–10].

Резидент Арктической зоны РФ компания «Дата-Центр Арктика2» реализовала в посёлке Надвоицы (Сегежский муниципальный округ) инвестиционный проект по строительству центра обработки данных.⁴ Объём инвестиций превысил 778 млн рублей. Здание центра оснащено высокотехнологичными серверами, в инфраструктуру входит открытая площадка с 30 мобильными контейнерами для обработки информации. Дата-центр предоставляет клиентам вычислительные мощности для анализа больших массивов данных (Big Data), поддержки технологий интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта и других передовых направлений. Сочетание капитального здания и мобильных контейнерных решений в рамках одного объекта демонстрирует гибридный подход к управлению жизненным циклом, когда стационарная инфраструктура обеспечивает долгосрочную надёжность, а контейнерные модули позволяют оперативно масштабировать мощности с возможностью их последующего перемещения или замены без остановки основного производства [11].

Хостинг-провайдер RUVDS ввёл в работу вычислительные мощности на базе Арктического ЦОД ПАО «Ростелеком» в Мурманске.⁵ Эта локация стала первой для компании за Полярным кругом. Новая инфраструктура предназначена для обслуживания частных пользователей, коммерческих организаций, а также научных и государственных учреждений, работающих над развитием Арктики и Северного морского пути. На объекте реализована система бесперебойного электроснабжения первой особой категории, предусмотрена дизель-генераторная установка на 220 кВА, функционирует современная система пожаротушения. Использование существующей инфраструктуры ЦОД ПАО «Ростелеком» для размещения мощностей RUVDS иллюстрирует модель «колокации» как одну из форм управления жизненным циклом, позволяющую арендатору минимизировать капитальные затраты на строительство и сосредоточиться на операционной деятельности, передав вопросы технической эксплуатации здания и инженерных систем профильному оператору.

⁴ Арктические территории Карелии полностью подходят для работы ЦОДов — глава региона. — Текст: электронный // Financial One: [сайт]. — URL: <https://fomag.ru/news-streem/arkticheskie-territorii-karelii-polnostyu-podkhodyat-dlya-raboty-tsodov-glava-regiona/> (дата обращения: 06.04.2026).

⁵ RUVDS запускает виртуальный ЦОД в Заполярье. — Текст: электронный // ruvds: [сайт]. — URL: <https://ruvds.com/ru/ruvds-murmdc/> (дата обращения: 06.04.2026).

4 сентября 2025 года на X Восточном экономическом форуме Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики заключила соглашение о сотрудничестве с ООО «Группа Сибстар» при строительстве дата-центра на территории преференциального режима Арктической зоны РФ.⁶ В рамках проекта будет создана площадка ЦОД мощностью 20 МВт, на которой разместят свыше 500 единиц вычислительного оборудования. Инвестор вложит в реализацию проекта 1 млрд рублей.



Наименование проекта	Фин-е, млрд руб.	Кол-во новых рабочих мест, тыс. ед.	Регион АЗРФ
Информатизация и связь			
1. Центр обработки данных для размещения оборудования для добычи цифровых валют с центрами питания 110 / 10 кВ	4,9	0,4	Мурманская область
2. Строительство Арктического ЦОД	3,7	0,3	Мурманская область
3. Строительство ВОЛС «Певек-Черский» (до границы Чукотского АО)	2,9		Чукотский АО
4. Модернизация наземной гидрометеорологической сети наблюдения в АЗРФ на основе действующих полярных станций	2,3		Акватория СМП
5. Строительство Центров обработки данных	2,2	0,18	Мурманская область
6. Обеспечение высокоскоростного доступа к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для жителей городского округа Эгвекинот	1,9		Чукотский АО
7. Размещение установок (базовых станций) сотовой связи в п. Волочанке и п. Потапово в целях ликвидации цифрового неравенства	1,9		Красноярский край
8. Обеспечение широкополосного доступа в Интернет с целью снижения цифрового неравенства и обеспечения доступа населения к государственным услугам в электронном формате	1,7		Красноярский край
ИТОГО	21,5	0,9	

Рисунок 1. Топ-8 инвестиционных проектов в сфере связи и информации, реализуемые в АЗРФ⁷

⁶ Новый дата-центр создадут в Арктике с господдержкой. — Текст: электронный // Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики: [сайт]. — URL: <https://ruvds.com/ru/ruvds-murmdc/> (дата обращения: 06.04.2026).

⁷ Развитие Арктической зоны Российской Федерации. — Текст: электронный // Востокгосплан: [сайт]. — URL: https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/digest_arctic_2025.pdf (дата обращения: 06.04.2026).

Как отметил заместитель директора компании Сергей Гринин, местный суровый климат позволит с максимальной эффективностью охладить оборудование, экономя большое количество энергии, а полученная тепловая энергия может быть использована в социальных нуждах. При реализации проекта «Группа Сибстар» особое значение приобретает этап вывода из эксплуатации, который должен быть предусмотрен уже на стадии проектирования: арктическая природа крайне уязвима, и демонтаж конструкций, утилизация оборудования и рекультивация территории после завершения срока службы ЦОД должны быть заложены в его жизненный цикл как обязательные завершающие фазы [12–14].

Якутская топливно-энергетическая компания (ЯТЭК) запустила дата-центр на газе.⁸ Проект демонстрирует возможность использования местных энергоресурсов для обеспечения работы ЦОД в удалённых арктических зонах. Энергонезависимость данного ЦОД, обеспеченная собственным газоснабжением, является примером стратегии управления жизненным циклом, направленной на снижение рисков, связанных с перебоями централизованного энергоснабжения, что особенно актуально для изолированных и труднодоступных арктических территорий с неразвитой сетевой инфраструктурой [15–17].

В АЗРФ реализуются 8 ключевых проектов в сфере информатизации и связи с общим объемом инвестиций в 21,5 млрд руб. Основные средства направлены на развитие инфраструктуры в ключевых регионах: Мурманской области, Чукотском АО и Красноярском крае. В Чукотском АО планируется строительство ВОЛС «Певек–Черский», в Мурманске — создание центров обработки данных, включая Арктический ЦОД. Также модернизируется гидрометеосеть вдоль СМП для повышения безопасности судоходства. Реализация этих проектов позволит создать около тысячи рабочих мест. Также уже запущен проект «Синергия Арктики», который направлен на развитие интернета в 61 населенном пункте Якутии.

Цель работы и методы исследований

Целью работы является разработка и обоснование механизмов управления жизненным циклом центров обработки данных, направленных на формирование арктической инфраструктуры как ключевого элемента социально-экономического развития макрорегиона.

Для достижения поставленной цели была использована комплексная методология, сочетающая методы анализа нормативно-правовой базы, ретроспективного анализа проектов, сравнительного анализа и статистической обработки данных.

Результаты исследований

Российский рынок центров обработки данных демонстрирует устойчивый рост, хотя и сталкивается с рядом структурных ограничений. По итогам 2025 года оборот рынка коммерческих ЦОД в России составил 148 млрд рублей, что на 14 % больше по сравнению с предыдущим годом (130 млрд рублей). Динамика развития отечественных ЦОД в Российской Федерации приведена в таблице 1.

За пять лет объём отрасли увеличился более чем в два раза: в 2021 году он находился на уровне 65 млрд рублей. Однако темпы роста замедляются. Если в 2021 году они достигали 52 %, то в 2022–2024 годах колебались в пределах 23–29 %. Основные причины — структурное сжатие предложения на фоне высокого спроса.

⁸ В Якутии запущена работа центра обработки данных на газе в тестовом режиме. — Текст: электронный // ТАСС: [сайт]. — URL: <https://tass.ru/ekonomika/25683363> (дата обращения: 06.04.2026).

Таблица 1

Развитие отечественных ЦОД в Российской Федерации*

№	Компания	Кол-во ЦОД	Пул стойко-мест (2025)	Прирост за год
1	РТК-ЦОД	39	27 823	+1 435
2	IXcellerate	5	10 329	+2 040
3	Росатом	5	6 570	0
4	DataPro	4	6 553	0
5	Selectel	6	3 612	0
6	MWS	2	3 483	+600
7	3data	21	2 000	+257

* По данным CNews Analytics на декабрь 2025 года⁹ [18]

Высокая ключевая ставка Банка России резко увеличила стоимость проектного финансирования, из-за чего значительная часть анонсированных проектов была перенесена на 2026–2027 годы. В московском регионе мощности оказались практически исчерпаны, загрузка превысила 95 %, а энергосетевые компании прекратили выдачу разрешений на новые подключения до 2028 года. Дополнительные сложности связаны с дефицитом квалифицированных кадров и зависимостью от импортного оборудования. График ежегодного ввода мощностей ЦОД в России приведен на рисунке 2.

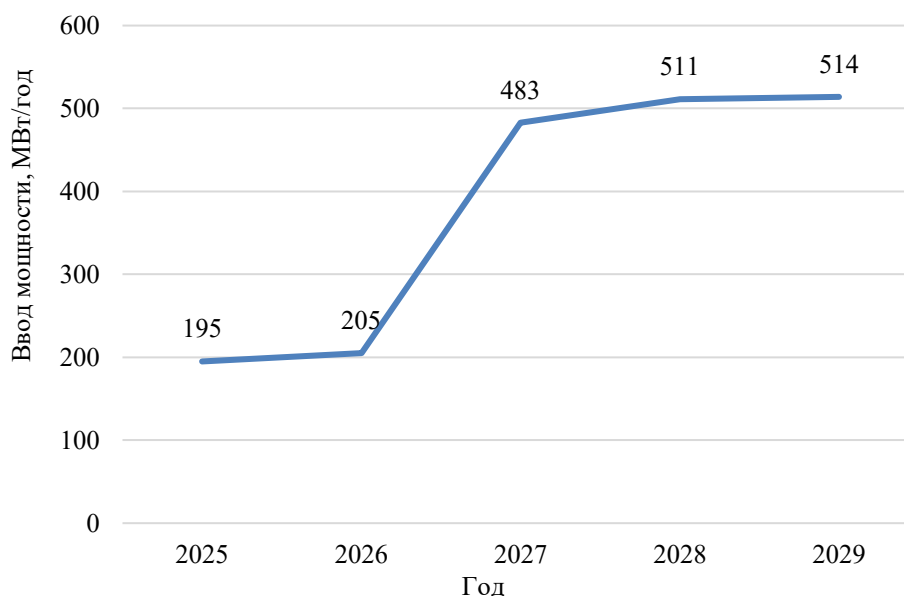


Рисунок 2. График ежегодного ввода мощностей ЦОД в России (разработано автором)

Суммарная электрическая мощность ЦОД и майнингового оборудования в России по итогам 2025 года достигла 4 ГВт, увеличившись на 33 % относительно уровня 2024 года (3 ГВт). Доля потребления ЦОД и майнинга в общем объеме электропотребления в стране составляет примерно 2 %. При этом, по оценкам Минэнерго РФ, мощность классических «полезных» дата-центров оценивается в 1,7 ГВт¹⁰, и к 2030 году этот показатель увеличится минимум в 2,5 раза — до 2,5 ГВт (рис. 3).

⁹ Центры обработки данных 2025. — Текст: электронный // CNews: [сайт]. — URL: https://www.cnews.ru/reviews/sentry_obrabotki_danyh_2025 (дата обращения: 06.04.2026).

¹⁰ Мощность «полезных» ЦОДов в России оценивается в 1,7 ГВт. — Текст: электронный // ТАСС: [сайт]. — URL: <https://tass.ru/ekonomika/26233973> (дата обращения: 06.04.2026).

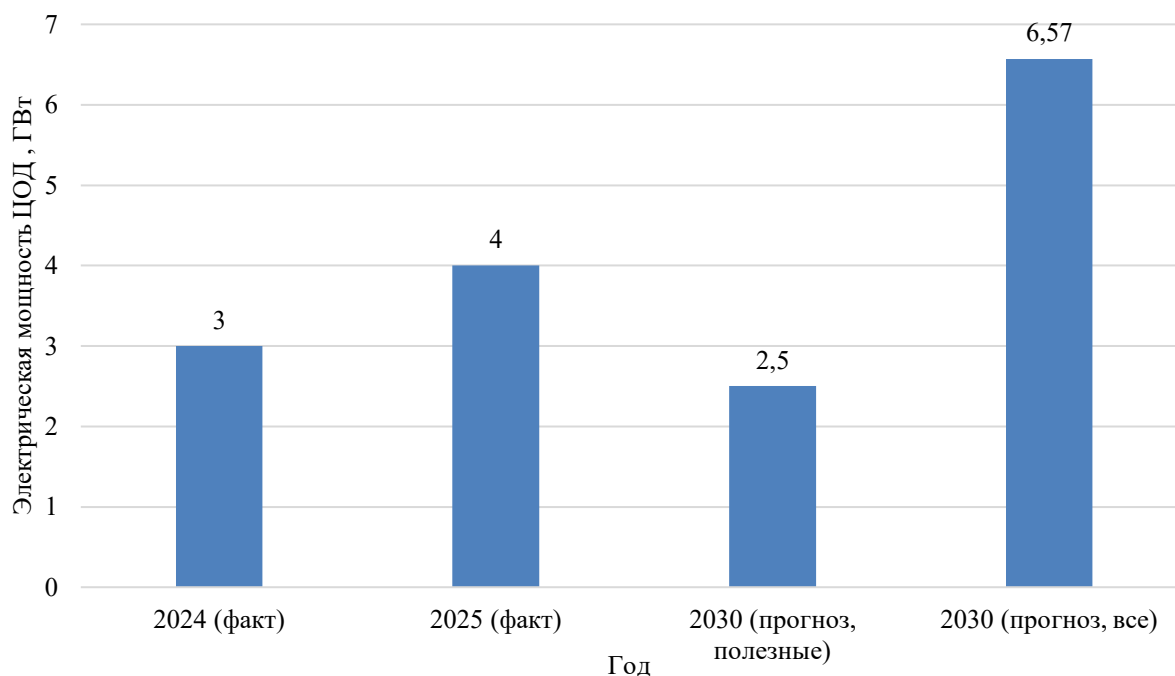


Рисунок 3. Динамика роста совокупной мощности ЦОД в России (разработано автором)

Важной тенденцией является смещение новых проектов в регионы с дешевой электроэнергией, повышение энергоплотности стоек под ИИ-нагрузки и переход операторов к сервис-ориентированным моделям. В декабре 2025 года¹¹ президент РФ Владимир Путин поручил правительству представить до 1 февраля 2026 года предложения по размещению ЦОД в потенциально энергопрофицитных районах, включая возможность их снабжения электроэнергией от объектов угольной и газовой генерации.¹²

Управление жизненным циклом ЦОД в Арктической зоне РФ требует учёта комплекса специфических рисков, связанных с экстремальными природно-климатическими условиями, удалённостью объектов, ограниченностью транспортной и энергетической инфраструктуры, а также повышенными требованиями к надёжности и безопасности. На рисунке 4 представлен систематизированный перечень требований к этапам жизненного цикла арктических ЦОД с выделением ключевых рисков.

Управление жизненным циклом центров обработки данных в Арктической зоне требует системного учёта природно-климатических, инфраструктурных и эксплуатационных рисков на всех этапах — от выбора площадки до вывода объекта из эксплуатации.

На этапе инженерных изысканий одним из основных требований является проведение геокриологических исследований и применение свайных фундаментов с термостабилизацией для предотвращения деформаций на вечной мерзлоте, а также размещение объектов вдоль транспортных коридоров для обеспечения северного завоза. При проектировании выполняется учёт экстремальных температур, трёхкратное резервирование критических систем, расчёты PUE. Строительный этап из-за короткого сезона (3–5 месяцев) требует применения быстровозводимых решений, а также предварительной комплектации оборудования для синхронизации с северным

¹¹ Путин поручил представить предложения по размещению центров обработки данных. — Текст: электронный // ТАСС: [сайт]. — URL: <https://tass.ru/ekonomika/25918421> (дата обращения: 06.04.2026).

¹² В правительстве РФ ищут подходы к решению вопроса энергоснабжения ЦОД. — Текст: электронный // АО «Газпром энергосбыт»: [сайт]. — URL: <https://energobyt.gazprom.ru/press/news/2026/01/163/> (дата обращения: 06.04.2026).

завозом. В эксплуатации приоритетны автономность, трёхкратное резервирование энергоснабжения, утилизация тепла серверов для обогрева машзалов и социальной инфраструктуры, внедрение ИИ-оптимизации и удалённого мониторинга, а также подготовка кадров через арктические университеты и концепция «lights out» (автономные ЦОД без постоянного персонала).

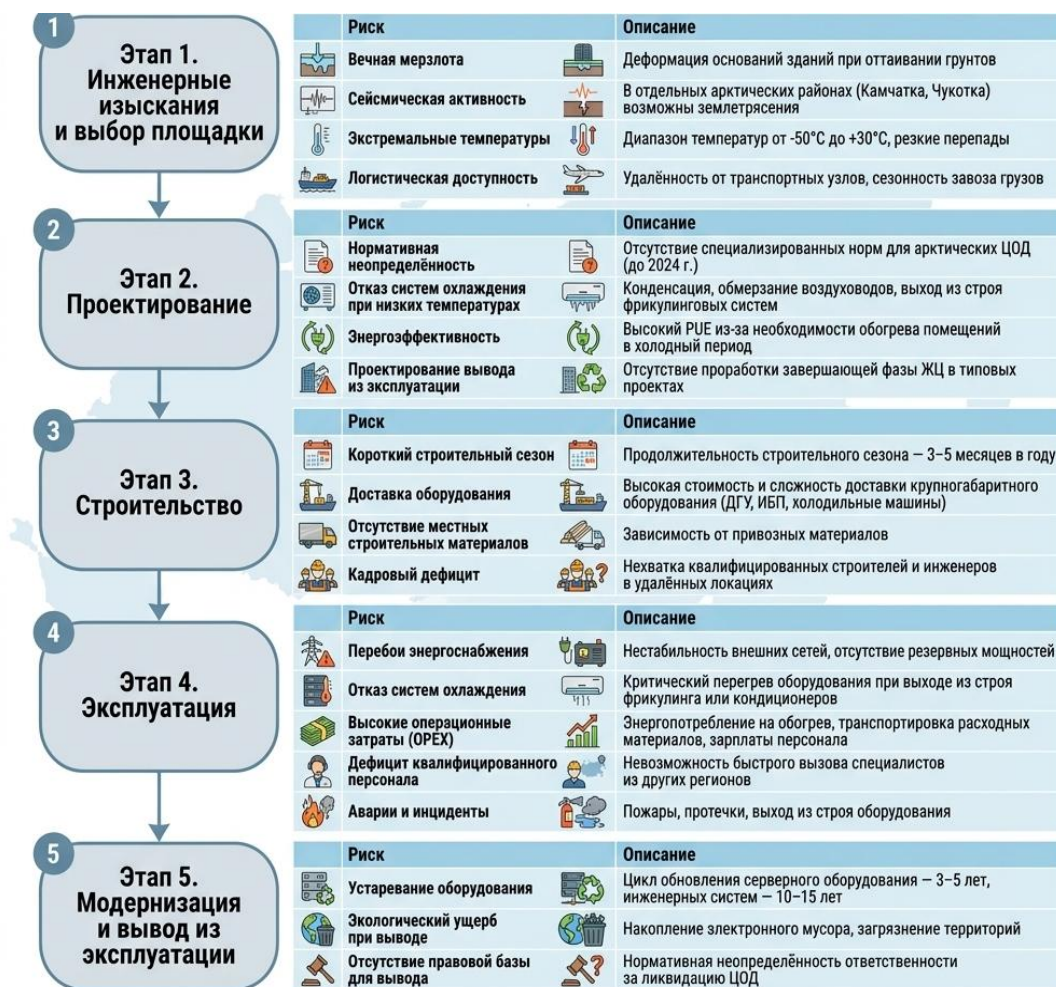


Рисунок 4. Управление жизненным циклом арктических ЦОД (разработано автором)

Таблица 2

Риски, не привязанные к конкретному этапу*

Категория риска	Риск	Решение
Инфраструктурные	Низкая пропускная способность и надёжность ВОЛС в Арктике	Развитие подводных волоконно-оптических магистралей (проекты «Арктик Коннект», «Севморпуть»); резервирование каналов связи.
Финансовые	Высокая стоимость капитального строительства и проектного финансирования	Государственная поддержка (льготные кредиты, субсидирование ставки); преференциальный режим АЗРФ
Кадровые	Отток населения из арктических регионов, старение кадров	Социальные пакеты и надбавки для сотрудников ЦОД; целевое обучение в региональных вузах; создание привлекательной городской среды
Технологические	Импортозависимость по критическому оборудованию	Разработка и внедрение отечественных решений; формирование запасов оборудования; диверсификация поставщиков
Экологические	Уязвимость арктической природы, длительное восстановление экосистем	Обязательная экологическая экспертиза; применение наилучших доступных технологий (НДТ); компенсационные мероприятия

Разработана автором

На этапе модернизации и вывода из эксплуатации устаревшего оборудования (цикл 3–5 лет) требует поэтапной замены без остановки ЦОД, а экологические риски уязвимой арктической природы минимизируются через включение требований по созданию фондов под будущую ликвидацию, что должно стать неотъемлемой частью любого инвестиционного проекта в Арктической зоне РФ. В таблице 2 приведены риски, не привязанные к конкретному этапу.

Заключение

Опыт скандинавских стран убедительно доказывает, что холодный климат при правильной организации может стать не препятствием, а конкурентным преимуществом для развития высокотехнологичной ЦОД-индустрии. Передовыми факторами успеха выступают не только природные условия, но и системная работа по трём направлениям — научные исследования (энергоэффективность, утилизация тепла), технологические разработки (инновационные системы охлаждения) и образование (подготовка кадров под реальные запросы отрасли).

Российская Федерация также значительно преуспела в развитии ЦОД, в стране уже сформирован значительный и быстрорастущий рынок ЦОД, появляются первые арктические проекты (Карелия, Мурманск, перспективные инициативы в Якутии и других регионах), разрабатываются специализированные технологические решения. Для полноценного использования арктического потенциала необходимо решить системные проблемы, а именно: преодолеть сверхконцентрацию мощностей в столичном регионе, создать эффективную образовательную экосистему, обеспечить доступ к долгосрочному финансированию и развить необходимую энергетическую и волоконно-оптическую инфраструктуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саунаваара Ю., Лайне А. Исследования, разработки и образование: создание основы для центров данных в Арктике и на Севере // Арктика и Север. 2021. № 42. С. 145–169. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.42.145.
2. Инновационное развитие промышленности России в условиях цифровой экономики / Е.С. Балашова, Е.В. Будрина, Ю. Вэнь [и др.]. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный морской университет, 2025. — 292 с. — ISBN 978-5-88303-742-8. — DOI 10.52899/978-5-88303-742-8_292. — EDN FFKIUG.
3. Савинова, В.А. Архитектурные приемы формообразования полярных научно-исследовательских объектов / В.А. Савинова // Academia. Архитектура и строительство. — 2024. — № 1. — С. 92–102. — DOI 10.22337/2077-9038-2024-1-92-102. — EDN MXVVGA.
4. Ресурсное планирование проектного управления / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Л.Д. Маилян, Е.А. Серебрякова. — Москва: Издательство Кредо, 2024. — 530 с. — ISBN 978-5-91375-159-1. — EDN JUDLGP.
5. Гизатуллина, О.М. Разработка методов оптимизации логистических затрат в Арктической зоне / О.М. Гизатуллина; Финансовый университет при правительстве Российской Федерации. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Проспект", 2021. — 120 с. — ISBN 978-5-392-35099-5. — EDN NRXMMG.
6. Волхонская З.И. Оценка перспектив создания центров хранения и обработки данных в российской Арктике. Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2023;13(4):134–139. DOI: 10.26794/2226-7867-2023-13-4-134-139.

7. Кашпуров, А.В. Проектирование и особенности построения ЦОД / А.В. Кашпуров, Д.Э. Золотарев // Информационные технологии и защита информации: Материалы XI (68) ежегодной региональной научно-практической конференции, Ставрополь, 15–27 апреля 2024 года. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2024. — С. 246–251. — EDN GWEBMP.
8. Барчугова, Е.В. Принципы формирования и организации городского пространства в Арктике / Е.В. Барчугова, С.Т. Габитов // Инновации и инвестиции. — 2022. — № 8. — С. 86–89. — EDN UZZMXW.
9. Адаптация инфраструктуры Арктики и Субарктики к изменениям температуры мерзлых грунтов / В.П. Мельников, В.И. Осипов, А.В. Брушков [и др.] // Криосфера Земли. — 2021. — Т. 25, № 6. — С. 3–15. — DOI 10.15372/KZ20210601. — EDN HEVLIU.
10. Структура и параметры геокриологического мониторинга / А.В. Брушков, Д.С. Дроздов, В.А. Дубровин [и др.] // Научный вестник Арктики. — 2022. — № 12. — С. 78–88. — DOI 10.52978/25421220_2022_12_78-88. — EDN NPJUMY.
11. Лебедева, Н.Н. Особенности проектирования и эксплуатации модульных ЦОД контейнерного типа / Н.Н. Лебедева // Вестник современных исследований. — 2018. — № 9.3(24). — С. 288–292. — EDN VJROQH.
12. Рыбакова, А.О. Применение информационного моделирования зданий при проектировании центров обработки данных / А.О. Рыбакова, П.Б. Каган // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы — 2019: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 25 ноября 2019 года. — Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2019. — С. 450–453. — EDN QWQUNQ.
13. Крецу, А.В. Архитектура будущего: подходы к проектированию центров обработки данных / А.В. Крецу // Молодая наука — 2025: Архитектура. Строительство. Дизайн: Сборник статей XII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 17 мая 2025 года. — Москва: Московский гуманитарно-технологический университет — Московский архитектурно-строительный институт, 2026. — С. 165–171. — EDN JOVMQI.
14. Применение поверхностных воздухоохладителей и установок искусственного охлаждения для ЦОД // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. — 2020. — № 7. — С. 30–37. — EDN CFKIWJ.
15. Джерелей, Д.А. Современные тенденции в проектировании центров хранения и обработки данных / Д.А. Джерелей, О.И. Княжик // Управление инновациями: теория, методология, практика. — 2016. — № 18. — С. 89–96. — EDN XAGQBN.
16. Бусахин, А.В. Современные системы охлаждения ЦОД в России / А.В. Бусахин, Е.В. Халфин // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. — 2025. — № 2. — С. 56–63. — EDN QMDBFN.
17. Кулагин, М.О. Электроснабжение центров обработки данных / М.О. Кулагин, М.А. Рашевская // Энерго- и ресурсосбережение — XXI век: Материалы XVI международной научно-практической конференции, Орёл, 26–28 сентября 2018 года / Под редакцией О.В. Пилипенко, А.Н. Качанова, Ю.С. Степанова. — Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2018. — С. 69–72. — EDN CIUQBL.

Vishtorsky Evgeny Mikhailovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

E-mail: vishtorsky@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9158-6884>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1015823

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=58817086300>

Data center lifecycle management for arctic infrastructure development

Abstract. This article examines the development of a systems-based approach to managing the lifecycle of data centers as an integral element of the developing Arctic infrastructure. The relevance of this topic stems from the rapid transformation of data centers from auxiliary IT infrastructure into an independent type of critical facility, complementing the traditional mining, energy, transport, and hydraulic infrastructure of the Arctic zone. The cold climate, previously considered an obstacle to capital construction, is now recognized as a competitive advantage, enabling significant reductions in server equipment cooling costs and achieving high energy efficiency.

The aim of this work is to develop and validate lifecycle management mechanisms for Arctic data centers that take into account the specific climatic, infrastructural, and operational conditions of the macroregion. The methodological framework for the study includes an analysis of regulatory documents, a retrospective analysis of completed and planned infrastructure projects in the Arctic zone of the Russian Federation and abroad, and a comparative risk assessment at various stages of the lifecycle. The practical significance of this work is confirmed by an analysis of specific investment projects being implemented in the Russian Arctic zone: the Arctic 2 Data Center in Karelia, Rostelecom's Arctic Data Processing Center in Murmansk, the Sibstar Group's 20 MW project, and the Yakutsk Fuel and Energy Company's gas-powered, energy-independent data processing center.

The conclusion concludes that to fully realize the Arctic potential of the Russian data center industry, it is necessary to overcome the overconcentration of capacity in the capital region, ensure access to long-term, preferential financing, develop fiber-optic infrastructure along the Northern Sea Route, and create a targeted educational ecosystem for training personnel at Arctic universities.

Keywords: data processing center; DPC; infrastructure; life cycle; Arctic region; AZRF