

УДК 621.39:004.9

Сагымбаев А.А.

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник
Института физики им. Ж.Жеенбаева НАН КР

Токонов А.Т.

кандидат технических наук,
доцент Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова

Сагымбаев Амантур А.

инженер сетевых операций Облачного провайдера «IaaS RackCorp»

ИНФРАСТРУКТУРА ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Сагымбаев А.А.

техникалык илимдердин доктору, профессор, Ж.Жеенбаев атындагы
Физика институтунун башкы илимий кызматкери, КР Улуттук Илимдер Академиясы

Токонов А.Т.

техникалык илимдердин кандидаты, доцент, И.Раззаков атындагы
Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Сагымбаев Амантур А.

тармактык операциялар инженери, «IaaS RackCorp» Булут провайдери

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ МААЛЫМАТТАРДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ БОРБОРЛОРУНУН ИНФРАСТРУКТУРАСЫ: ЧАКЫРЫКТАРЫ ЖАНА МҮМКҮНЧҮЛҮКТӨРҮ

Sagymbaev A.A.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher at the Zheenbaev Institute of Physics
of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Tokonov A.T.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at I. Razzakov Kyrgyz State Technical
University

Sagymbaev Amantur A.

Network Operations Engineer at the cloud service provider «IaaS RackCorp»

DATA CENTER INFRASTRUCTURE IN THE KYRGYZ REPUBLIC: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Аннотация. Цифровая трансформация современного общества обусловлена необходимостью создания высокоэффективной инфраструктуры для обработки данных, где ключевую роль играют центры обработки данных и резервные центры обработки данных. Настоящая статья предлагает углублённый анализ достижений в проектировании и эксплуатации центров обработки данных и резервных центров обработки данных, включая внедрение инновационных технологий: искусственного интеллекта, блокчейна, зелёных решений и распределённых систем. Рассматривается мировой опыт, в частности, из США, Германии, Финляндии, Эстонии и других стран, с акцентом на возможности его адаптации в Кыргызской Республике. Особое внимание уделяется вызовам, таким как энергетическая эффективность, кибербезопасность и нехватка кадров. На основе проведённого анализа сформулированы практические рекомендации по интеграции мировых достижений в национальную цифровую экосистему.

Ключевые слова: Центры обработки данных, Резервные центры обработки данных, цифровая трансформация, искусственный интеллект, блокчейн, зеленые технологии, кибербезопасность, энергоэффективность, Кыргызская Республика, инновационные технологии, цифровая экосистема.

Abstract. The digital transformation of modern society necessitates the creation of highly efficient data processing infrastructure, where data centers and disaster recovery centers play a pivotal role. This article provides an in-depth analysis of achievements in the design and operation of data centers and disaster recovery centers, including the implementation of innovative technologies such as artificial intelligence, blockchain, green solutions, and distributed systems. Global experience, particularly from the USA, Germany, Finland, Estonia, and other countries, is reviewed with an emphasis on the potential adaptation of these practices to the Kyrgyz Republic. Special attention is given to challenges such as energy efficiency, cybersecurity, and workforce shortages. Based on the analysis, practical recommendations are formulated to integrate global advancements into the national digital ecosystem.

Keywords: data centers, disaster recovery centers, digital transformation, artificial intelligence, blockchain, green technologies, cybersecurity, energy efficiency, Kyrgyz Republic, innovative technologies, digital ecosystem.

Аннотация. Замана чөлкөмүнүн санариптик трансформациясы, маалыматтарды иштеп чыгуу үчүн жогорку натыйжалуу инфратүзүмдү түзүү зарылдыгы менен байланыштуу, бул жерде негизги ролду маалыматтарды иштеп чыгуу борборлору жана резервдик маалымат борборлору ойнойт. Бул макалада маалыматтарды иштеп чыгуу борборлорун жана резервдик маалымат борборлорун долбоорлоонун жана иштетүүнүн жетишкендиктерине терең талдоо жүргүзүлөт, анын ичинде инновациялык технологияларды киргизүү: жасалма интеллект, блокчейн, жашыл чечимдер жана бөлүштүрүлгөн системалар. Дүйнөлүк тажрыйба, анын ичинде АКШ, Германия, Финляндия, Эстония жана башка өлкөлөрдүн мисалдары каралат, алардын Кыргыз Республикасындагы адаптациясы мүмкүнчүлүктөрүнө басым жасалат. Энергетикалык натыйжалуулук, киберкоопсуздук жана кадрлардын жетишсиздиги сыяктуу чакырыктарга өзгөчө көңүл бөлүнөт. Жүргүзүлгөн талдоо негизинде, дүйнөлүк жетишкендиктерди улуттук санариптик экосистемага интеграциялоо боюнча практикалык сунуштар түзүлгөн.

Негизги сөздөр: Маалыматтарды иштеп чыгуу борборлору, Резервдик маалымат борборлору, санариптик трансформация, жасалма интеллект, блокчейн, жашыл технологиялар, киберкоопсуздук, энергиянын натыйжалуулугу, Кыргыз Республикасы, инновациялык технологиялар, санариптик экосистема.

Введение. Современная эпоха развития общества характеризуется стремительным ростом объема информации, что требует создания эффективной инфраструктуры для их хранения, обработки и передачи. По прогнозам IDC, мировой объем данных достигнет 175 зеттабайт к 2025 году [1]. В таких условиях центры обработки данных (ЦОД) и резервные центры обработки данных (РЦОД) играют центральную роль в обеспечении доступности, безопасности и отказоустойчивости цифровой инфраструктуры республики.

В развитых странах ЦОД становятся электронными платформами для интеграции передовых технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), большие данные и Интернет вещей (IoT). Например, гипермасштабируемые ЦОД в США ежедневно обрабатывают эксабайты данных, что ускоряет инновационные процессы в здравоохранении, логистике и других отраслях [2]. Анало-

гичные примеры можно найти в Финляндии, Эстонии, Германии и других странах, где ЦОД активно используют возобновляемые источники энергии для минимизации экологического вреда [3,4].

Для Кыргызской Республики развитие ЦОД и РЦОД является стратегическим направлением, учитывая реализацию государственной программы «Цифровая трансформация 2030». Эти объекты не только повышают устойчивость цифровой инфраструктуры, но и создают платформу для экономического роста и интеграции страны в глобальную цифровую экосистему [5].

Цель статьи - исследование достижений, вызовов и перспектив развития ЦОД и РЦОД с учетом их роли в цифровой трансформации Кыргызской Республики.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- провести обзор современных тенден-

ций и технологий в области ЦОД и РЦОД;

- изучить опыт их применения в ведущих странах мира;

- сформулировать рекомендации для адаптации лучших практик к условиям Кыргызской Республики.

Настоящее исследование базируется на аналитическом подходе, который включает:

- изучение статистических данных международных организаций (IDC, Gartner, McKinsey);

- сравнительный анализ мировых практик проектирования и эксплуатации ЦОД и РЦОД;

- оценку возможностей адаптации передовых технологий для удовлетворения потребностей Кыргызской Республики.

1. ЦОД и РЦОД: ключевые элементы цифровой экосистемы

Центры обработки данных стали основным звеном цифровой экосистемы, обеспечивая высокую производительность, надежность и гибкость управления данными. Современные подходы к проектированию ЦОД основываются на гипермасштабируемых архитектурах, программно-определяемой инфраструктуре (ПОИ) и облачных вычислениях. Эти технологии позволяют обрабатывать огромные объемы данных с минимальными задержками, что критически важно для современных цифровых сервисов.

Ведущие технологические гиганты, такие как Amazon Web Services (AWS), Google и Microsoft, активно внедряют гипермасштабируемые центры, способные обрабатывать эксабайты данных ежедневно. Эти ЦОД отличаются высокой степенью автоматизации и способны адаптироваться к изменению нагрузки в реальном времени. Например, AWS использует технологии машинного обучения для оптимизации использования серверных мощностей [6,7].

Программно-определяемая инфраструктура позволяет виртуализировать ресурсы, такие как вычислительные мощности, хранилища и сети. Это снижает зависимость от аппаратного обеспечения и увеличивает гибкость управления инфраструктурой. В Японии активно развиваются компактные ПОИ - решения для городских ЦОД, минимизирующие задержки при передаче данных и способствующие развитию умных городов [7].

Резервные центры обработки данных обеспечивают зеркальное копирование данных и их защиту от потерь. РЦОД играют ключевую роль в обеспечении отказоустойчивости, особенно в условиях роста числа кибератак и природных катастроф.

В Германии РЦОД интегрированы с системами гражданской защиты, что позволяет минимизировать риски потери данных даже в условиях кризисных ситуаций [8]. В Финляндии РЦОД размещаются в бывших шахтах, что обеспечивает высокий уровень физической безопасности и снижает затраты на охлаждение за счёт естественно низкой температуры окружающей среды (шахты) [9].

Для Кыргызской Республики внедрение РЦОД имеет стратегическое значение. Географическая изолированность некоторых областей требует создания распределенных систем, которые обеспечат бесперебойный доступ к данным даже в условиях сбоев или природных катастроф.

Современные ЦОД и РЦОД активно используют инновационные технологии, направленные на повышение энергоэффективности, безопасности и производительности экосистемы.

Компания Google применяет искусственный интеллект (ИИ) для оптимизации охлаждения в своих ЦОД, что позволяет снизить энергопотребление на 40%. Эти системы автоматически анализируют данные о температуре и регулируют работу оборудования охлаждения [10].

В Эстонии блокчейн используется для защиты государственных данных. Эта технология обеспечивает неизменяемость записей и предотвращает несанкционированный доступ, что делает ее особенно актуальной для РЦОД [11].

Использование возобновляемых источников энергии стало стандартом для многих ЦОД. Например, компания Telia в Финляндии использует энергию ветра, а избыточное тепло их ЦОД направляется на обогрев жилых зданий [9,12].

В Китае активно внедряются распределенные ЦОД, минимизирующие задержки в передаче данных и поддерживающие миллионы IoT-устройств. Такие архитектуры являются основой для цифровизации транс-

портных узлов, здравоохранения и промышленности [13].

2. Значение ЦОД и РЦОД в развитии цифровой экономики.

ЦОД стали платформой для внедрения технологий, таких как IoT, большие данные и ИИ. Например, в Китае гипермасштабируемые ЦОД способствуют развитию умного транспорта, предоставляя инфраструктуру для обработки данных от миллионов IoT-устройств [14]. Аналогичный подход используется в США, где Microsoft Azure предоставляет решения для анализа медицинских данных, ускоряя диагностику и оптимизируя лечение [15].

Резервные центры обработки данных минимизируют риски потерь информации и обеспечивают восстановление ключевых систем. Например, после землетрясения 2011 года в Японии РЦОД сыграли ключевую роль в восстановлении банковской системы и государственных реестров [16].

Развитие ЦОД и РЦОД способствует снижению операционных затрат и увеличению производительности. В Германии внедрение энергоэффективных ЦОД привело к экономии 1,5 миллиарда евро ежегодно [17,18]. Для Кыргызской Республики создание национального облачного хранилища данных может стать важным шагом к снижению расходов на ИТ-инфраструктуру и увеличению ее доступности.

3. Роль РЦОД в обеспечении безопасности и устойчивости данных.

Зеркальное хранение данных - одна из основных функций резервных центров обработки данных, которая гарантирует их доступность и защиту даже в случае серьезных сбоев. Эта технология создает дублирующие копии данных в режиме реального времени, обеспечивая их синхронизацию и безопасность.

В Эстонии Государственная платформа X-Road позволяет не только обрабатывать, но и хранить данные в РЦОД, что минимизирует риски утраты информации в случае кибератак [11,18,19]. Зеркальные РЦОД, расположенные как внутри страны, так и за ее пределами, гарантируют непрерывность работы системы даже в условиях кризиса.

Для Кыргызской Республики адаптация такой модели может обеспечить надежность

ключевых систем, включая национальные реестры, системы социального обеспечения и финансовые платформы. Это особенно важно в условиях роста числа киберугроз.

Отказоустойчивость РЦОД позволяет минимизировать время простоя и восстановить доступ к данным в случае аварий. Современные РЦОД оснащены автоматизированными системами, которые могут восстанавливать данные в течение нескольких минут.

В США Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям интегрировало РЦОД в свои системы управления кризисами. После урагана «Харви» в 2017 году восстановление доступа к данным государственных служб было завершено в течение первых 24 часов, что позволило оперативно организовать помощь пострадавшим [20-22].

Кыргызская Республика, расположенная в зоне повышенной сейсмической активности, может использовать опыт США для разработки распределенных РЦОД, способных обеспечить сохранность данных в случае природных катастроф.

4. Экологические аспекты ЦОД и РЦОД.

Как известно, ЦОД являются значительными потребителями электроэнергии. Согласно данным International Energy Agency (IEA), на них приходится около 1% мирового энергопотребления [23]. Это делает вопросы энергосбережения и снижения углеродного вреда первостепенными.

В Германии такие компании, как DE-SIX, активно внедряют возобновляемые источники энергии, включая солнечные и ветровые электростанции. Это позволило сократить выбросы CO2 более чем на 50% за последние пять лет [24].

Кыргызская Республика с ее потенциалом гидроэнергетики может стать лидером в создании экологически устойчивой инфраструктуры ЦОД.

Современные технологии охлаждения играют ключевую роль в снижении энергопотребления ЦОД. Среди них наиболее перспективными являются системы жидкостного охлаждения, что снижает затраты на энергию до 30%. Международные организации, такие как Climate Neutral Data Centre Pact, ставят целью достижение углеродной нейтральности в секторе ЦОД к 2030 году. Участники обязуются внедрять энергоэф-

фективные технологии и минимизировать отходы [25-29].

Кыргызская Республика может интегрироваться в такие инициативы, что укрепит ее позиции на международной арене и привлечет иностранные инвестиции.

5. Текущее положение дел в сфере развития Центров обработки данных в Кыргызской Республике и странах Центральной Азии.

Кыргызская Республика постепенно создает и развивает цифровую инфраструктуру, ключевым элементом которой являются центры обработки данных.

ЦОД, существующие в Кыргызской Республике:

- **ЦОД «NSP»** [30]: Центр обработки данных компании NSP, открытый в 2018 году в г.Бишкек, стал первым объектом международного уровня в Кыргызской Республике. Он предоставляет услуги хранения и обработки данных для различных организаций, включая финансовые и страховые компании. Центр рассчитан на 60 серверных стоек и оснащён резервными системами электропитания, что обеспечивает высокую надёжность. NSP активно сотрудничает с ведущими производителями оборудования, такими как Cisco и Schneider Electric, что гарантирует высокое качество предоставляемых услуг.

- **ЦОД «Дататайм»** [31]: В июне 2024 года в г. Бишкек был открыт ЦОД компании «Дататайм», соответствующий стандарту Tier III. Этот проект был реализован при поддержке Российско-Кыргызского фонда развития, который предоставил финансирование в размере \$1 млн. Центр обслуживает государственные и частные организации, включая банки, и рассчитан на более 100 серверных стоек с общей энергетической мощностью свыше 500 кВт.

- **Государственный центр обработки данных (ГЦОД)** [32,33]: В 2024 году планируется ввод в эксплуатацию Государственного центра обработки данных, который будет расположен в г. Бишкек. Этот ЦОД будет обслуживать государственные органы и обеспечивает хранение и обработку данных для государственных информационных систем. Точная информация о количестве стойко-мест в этом центре не раскрывается.

Запланированные проекты [34]: Одним из перспективных направлений является создание ЦОД на возобновляемых источниках энергии. Этот проект, реализуемый совместно с Азиатским банком развития (АБР), направлен на устойчивое развитие инфраструктуры хранения данных. Подобные инициативы демонстрируют стремление страны к внедрению современных и экологически чистых технологий.

Участие международных провайдеров облачных решений в развитии ЦОД в Кыргызской Республике [35]: Международные компании играют важную роль в развитии ЦОД и облачных решений. Одним из примеров является сотрудничество местных ЦОД «NSP» и «Дататайм» с такими международными провайдерами облачных услуг, как компания RackCorp, которая является одним из ключевых игроков в развитии облачных технологий и решений на базе ЦОД в Кыргызской Республике. Она предоставляет облачную инфраструктуру и виртуальные серверы, сотрудничая с местными ЦОДами NSP и «Дататайм». Глобальная сеть RackCorp, охватывающая 34 дата-центра в 16 странах, позволяет обеспечивать надежные и безопасные облачные решения, адаптированные к потребностям местного рынка. Наличие партнерских соглашений с двумя основными ЦОД страны подтверждает активную вовлеченность RackCorp в цифровую трансформацию региона. Такие партнёрства позволяют предоставлять клиентам доступ к современным технологиям и решениям, обеспечивая их интеграцию с глобальными стандартами.

5.1. Сравнение с другими странами Центральной Азии.

1. **Казахстан** [36]: Казахстан лидирует в регионе по количеству и качеству ЦОД. По данным на 2023 год, в Казахстане функционируют 3463 стойко-места в центрах обработки данных, что на 5,5% больше по сравнению с предыдущим годом. В стране функционируют как государственные, так и коммерческие ЦОД, среди которых такие операторы, как «Транстелеком», QazCloud, «Казтелепорт» и, конечно, АО «Казакхтелеком» – ведущий лидер по количеству стоек, владеющий 44,8% от общего числа, что составляет 1522 стойки.

Причины лидерства:

- Развитая экономика, обеспечивающая финансовые ресурсы для инвестиций;
- Программа «Цифровой Казахстан», стимулирующая внедрение ИТ-решений;
- Привлечение международных инвестиций и партнеров.

2. **Узбекистан** [37-39]: Узбекистан активно развивает рынок ЦОДов. Согласно оценке iKS-Consulting, объем рынка коммерческих ЦОДов Узбекистана составляет около 500 стойко - мест. По прогнозам, к 2025 году количество серверных стоек в стране увеличится до 1760. При этом, по тем же данным от iKS-Consulting, общий объем потребности экономики Узбекистана в инфраструктуре дата-центров составляет 3,6 тысячи стоек. На текущий момент крупнейшими операторами являются такие организации, как «Узбектелеком», «Uzinfocom», «East Telecom», а также Университет Инха – образовательное учреждение, имеющее собственный ЦОД для поддержки образовательных и исследовательских проектов.

Причины развития:

- Государственная поддержка электронного правительства и развитие ИКТ-инфраструктуры, включающей в себя государственные инициативы в рамках стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030». В Зангиатинском районе Ташкентской области был создан центр обработки данных высокой производительности. Этот ЦОД, сертифицированный по стандарту Tier III международным институтом Uptime, служит фундаментом для электронного правительства и обеспечивает надежную защиту данных Узбекистана.

- Растущий спрос на цифровые услуги и облачные решения.

3. **Кыргызская Республика** [30-35]: В Кыргызской Республике действуют два значимых ЦОД – NSP и «Дататайм», что демонстрирует начальный этап развития инфраструктуры. Суммарно, в коммерческих ЦОД Кыргызской Республики насчитывается около 160 стойко-мест.

4. **Таджикистан и Туркменистан** [40-45]: В этих странах по состоянию на 2024 год развитие центров обработки данных находится на начальной стадии. Доступная информация о количестве ЦОД и общем чис-

ле стойко-мест ограничена. Из открытых источников известно, что в Туркменистане планировался к запуску один крупный государственный центр обработки данных, расположенный в Ашхабаде. Ввод в эксплуатацию ЦОД был запланирован в 2019 году и предназначен для хранения и обработки данных государственных органов и предприятий. К сожалению, ввиду закрытости Туркменистана, получение подтверждения по текущей ситуации с вводом в работу ЦОДа является затруднительным. В Таджикистане же действуют несколько компаний, предоставляющих услуги в области ЦОД, такие как IT «Group Таджикистан», «FG-Group», «TGroup» и «Пиксель».

6. Рекомендации для Кыргызской Республики по развитию инфраструктуры ЦОД и РЦОД

Для Кыргызской Республики развитие ЦОД и РЦОД является стратегическим направлением, учитывая реализацию государственной программы «Цифровая трансформация 2030». Эти объекты не только повышают устойчивость цифровой инфраструктуры, но и создают платформу для экономического роста и интеграции страны в глобальную цифровую экосистему.

В Кыргызской Республике развитие государственных и резервных центров обработки данных сталкивается с рядом препятствий, несмотря на усилия по цифровизации. Основные проблемы включают:

1. **Ограниченные финансовые ресурсы:** Строительство и эксплуатация ЦОД требуют значительных инвестиций. Ограниченный государственный бюджет и недостаток частных инвестиций затрудняют реализацию таких проектов.

2. **Энергетические ограничения:** ЦОД потребляют большое количество электроэнергии. Нестабильность энергоснабжения и ограниченные мощности в некоторых регионах Кыргызской Республики создают дополнительные сложности.

3. **Недостаток квалифицированных специалистов:** Успешная эксплуатация ЦОД требует высококвалифицированных кадров в области ИТ и управления инфраструктурой. В Кыргызской Республике наблюдается дефицит таких специалистов, что ограничивает возможности эффективного управления ЦОД.

4. Неразвитая инфраструктура: Отсутствие современной телекоммуникационной и транспортной инфраструктуры затрудняет подключение ЦОД к глобальным сетям и снижает их конкурентоспособность.

Возможные пути решения:

- Привлечение инвестиций: Активное сотрудничество с международными финансовыми институтами и частными инвесторами может обеспечить необходимые средства для строительства и модернизации ЦОД. Например, проект Digital CASA, поддерживаемый Всемирным банком, направлен на развитие цифровой инфраструктуры в регионе.

- Развитие возобновляемых источников энергии: Использование гидроэнергетического потенциала страны и других возобновляемых источников может обеспечить стабильное и экологически чистое энергоснабжение для ЦОД. Это также повысит привлекательность Кыргызской Республики для размещения дата-центров.

- Образовательные программы: Инвестиции в образование и профессиональную подготовку специалистов в области ИТ и управления инфраструктурой помогут восполнить кадровый дефицит. Сотрудничество с международными образовательными учреждениями и организациями может ускорить этот процесс.

- Улучшение инфраструктуры: Развитие транспортной и телекоммуникационной инфраструктуры, включая прокладку оптоволоконных линий и модернизацию транспортных сетей, улучшит подключение ЦОД к глобальным сетям и повысит их конкурентоспособность.

Реализация этих мер потребует скоординированных усилий государства, частного сектора и международных партнеров для преодоления существующих препятствий и успешного развития ЦОД в Кыргызской Республике.

Заключение

Развитие ЦОД в Кыргызской Республике – это не только шаг к цифровизации, но и возможность интеграции страны в глобальное цифровое пространство. Сотрудничество с международными организациями и компаниями позволяет ускорить этот процесс, но для успешного продвижения необходимы согласованные действия государства, бизнеса и образовательного сектора. Важно учитывать, что создание ЦОД – это не только технологическое, но и стратегическое направление, влияющее на устойчивость и конкурентоспособность экономики страны. В этой связи ЦОД и РЦОД являются важными элементами цифровой трансформации. Для Кыргызской Республики их развитие позволит не только укрепить цифровую инфраструктуру, но и интегрироваться в глобальную цифровую экономику. Реализация предложенных рекомендаций обеспечит устойчивость и конкурентоспособность цифровой экосистемы страны.

Реализация данных рекомендаций с учётом текущих реалий в этой сфере позволит Кыргызской Республике создать надёжную, экологически устойчивую и конкурентоспособную инфраструктуру ЦОД и РЦОД. Это станет важным шагом на пути к укреплению национальной цифровой экосистемы, повышению её устойчивости и интеграции в глобальное цифровое сообщество.

Литературы:

1. IDC. Data Age 2025: Seizing the Digital Moment. Точка доступа: <https://www.idc.com/reports>. (дата обращения: 05.03.2024 г.).
2. Gartner. Emerging Data Trends in 2023. Точка доступа: <https://www.gartner.com>. (дата обращения: 14.03.2024 г.).
3. Amazon Web Services. Overview of Hyperscale Data Centers. Точка доступа: <https://aws.amazon.com>. (дата обращения: 28.03.2024 г.).
4. Microsoft Sustainability Report 2022. Доступ: <https://www.microsoft.com/sustainability>. (дата обращения: 12.02.2024 г.).
5. Министерство цифрового развития Кыргызской Республики. Программа «Цифровая трансформация 2030». Точка доступа: <https://digital.gov.kg>. (дата обращения: 01.03.2024 г.).
6. McKinsey Global Institute. Cloud Infrastructure as a Catalyst for Digital Economy. Точка доступа: <https://www.mckinsey.com>. (дата обращения: 05.03.2024 г.).

7. Fujitsu Japan. Urban Data Centers for Smart Cities. Доступ: <https://fujitsu.com>. (дата обращения: 05.05.2024 г.).
8. Федеральное министерство внутренних дел Германии. Distributed Data Centers and Civil Protection. Доступ: <https://bmi.bund.de>. (дата обращения: 16.05.2024 г.).
9. Telia Finland. Sustainable Data Centers in Nordic Countries. Доступ: <https://telia.fi>. (дата обращения: 12.05.2024 г.).
10. DeepMind & Google. AI for Data Center Energy Efficiency. Доступ: <https://deepmind.com>. (дата обращения: 21.05.2024 г.).
11. Republic of Estonia e-Governance. Blockchain in Public Data Protection. Доступ: <https://e-estonia.com>. (дата обращения: 14.04.2024 г.).
12. Microsoft Sustainability Reports. Renewable Energy in Data Centers. Доступ: <https://www.microsoft.com/sustainability>. (дата обращения: 14.07.2024 г.).
13. Ministry of Industry and Information Technology of China. Distributed Cloud Solutions for IoT. Доступ: <https://miit.gov.cn>. (дата обращения: 19.03.2024 г.).
14. Ministry of Environmental Protection of China. Smart Solutions for Air Pollution Control. Доступ: <https://mep.gov.cn>. (дата обращения: 17.04.2024 г.).
15. Microsoft Azure. AI in Medicine and Disaster Response. Доступ: <https://azure.microsoft.com>. (дата обращения: 05.09.2024 г.).
16. Cabinet Office of Japan. Data Resilience after the Great East Japan Earthquake. Доступ: <https://www.cao.go.jp>. (дата обращения: 03.06.2024 г.).
17. Gartner. Economic Benefits of Data Center Automation. Доступ: <https://www.gartner.com>. (дата обращения: 05.07.2024 г.).
18. German Data Center Association. Energy Efficiency in Modern Data Centers. Доступ: <https://www.gdca.de>. (дата обращения: 05.02.2024 г.).
19. European Commission. Digital Single Market and Data Infrastructure. Доступ: <https://ec.europa.eu>. (дата обращения: 14.02.2024 г.).
20. FEMA. Disaster Response and Data Recovery Systems. Доступ: <https://www.fema.gov>. (дата обращения: 05.11.2024 г.).
21. Finnish Data Center Forum. Underground Data Centers in Finland. Доступ: <https://fdcf.fi>. (дата обращения: 25.10.2024 г.).
22. Iceland Data Center Authority. Green Data Centers in Iceland. Точка доступа: <https://www.datacenter.is>. (дата обращения: 20.09.2024 г.).
23. International Energy Agency (IEA). Data Centers and Energy Consumption. Доступ: <https://www.iea.org>. (дата обращения: 12.11.2024 г.).
24. DE-CIX. Sustainable Data Center Solutions in Germany. Доступ: <https://www.de-cix.net>. (дата обращения: 15.11.2024 г.).
25. Climate Neutral Data Centre Pact. Roadmap to Carbon Neutrality. Доступ: <https://www.climate-neutraldatacentres.net>. (дата обращения: 05.12.2024 г.).
26. Google AI Research. Predictive Analytics for Energy Efficiency. Доступ: <https://ai.google>. (дата обращения: 15.12.2024 г.).
27. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany. Data Center Certification Standards. Доступ: <https://www.bmwi.de>. (дата обращения: 17.12.2024 г.).
28. Government of India. Digital India Initiative: Training for the Future. Доступ: <https://www.digitalindia.gov.in>. (дата обращения: 12.12.2024 г.).
29. Ministry of Foreign Affairs of China. Digital Silk Road in Central Asia. Доступ: <https://www.fmprc.gov.cn>. (дата обращения: 08.12.2024 г.).
30. Храните информацию дома: сберегать важные данные лучше в надежном месте. Доступ: <https://24.kg/biznesinfo/216992/hranite-informatsiyu-doma-sberegat-vajnyie-dannyye-luchshe-vnadejnom-meste/>. (дата обращения: 13.12.2024 г.).
31. Новая эра в обработке данных: все о новом ЦОД в Бишкеке. Доступ: <https://economist.kg/biznes/2024/06/13/novaia-era-v-obrabotkie-dannykh-vsie-o-novom-tsod-v-bishkiekie>. (дата обращения: 13.12.2024 г.).

32. Государственный центр обработки данных запустят в Кыргызстане в 2024 году. Доступ: https://24.kg/ekonomika/287792_gostsentr_obrabotki_dannyih_zapustyat_v_kyrgyzstane_v2024_godu/. (дата обращения: 12.12.2024 г.).
33. Кыргызстан разработал план цифровой трансформации на 2024-2028 годы . Доступ: <https://economist.kg/novosti/2024/05/09/kyrgyzstan-razrabotal-plan-tsifrovoy-transformatsii-na-2024-2028-ghody>. (дата обращения: 12.12.2024 г.).
34. В Кыргызстане создадут Центр обработки данных на возобновляемых источниках энергии. Доступ: <https://www.kabar.kg/news/v-kyrgyzstane-sozdadut-tcentr-obrabotki-dannykh-na-vozobnovliaemykh-istochnikakh-energii/> (дата обращения: 05.12.2024 г.).
35. Облачный провайдер IaaS RackCorp KG. Доступ: <https://www.rackcorp.kg/>
36. Исследование: рынок коммерческих дата-центров и облачного провайдинга в Казахстане 2024. Доступ: <https://profit.kz/articles/14912/Issledovanie-rinok-kommercheskih-data-centrov-i-oblalnogo-provajdinga-v-Kazahstane-2024>. (дата обращения: 15.12.2024 г.).
37. Узбекистан: потребность в современных ЦОДах все острее. Доступ: <https://www.iksmedia.ru/articles/5958509-Uzbekistan-potrebnost-v-sovremennykh.html>. (дата обращения: 17.12.2024 г.).
38. ЦОД Tier III в Узбекистане. Доступ: <https://www.dcforum.uz/news/tsod-tier-iii-v-uzbekistane>. (дата обращения: 17.12.2024 г.).
39. Эксперты прогнозируют рост рынка дата-центров в Узбекистане. Доступ: <https://weekly.uz/news/1015/>. (дата обращения: 18.12.2024 г.).
40. FG-Group Центры обработки данных Вычислительная Инфраструктура. Доступ: <https://www.fg-group.tj/ru/services/cod>. (дата обращения: 19.12.2024 г.).
41. IT Group Таджикистан Инфраструктура центров обработки данных (ЦОД). Доступ: <https://itgroup.tj/ru/solutions/cod-vychislitelnye-kompleksy-i-sxd>. (дата обращения: 19.12.2024 г.).
42. TGGroup Центры обработки данных. Доступ: <https://tggroup.tj>. (дата обращения: 20.12.2024 г.).
43. ООО «Пиксель» Центры обработки данных (ЦОД). Доступ: <https://pixel.tj/resheniya/centri-obrabotki-dannikh/>? . (дата обращения: 21.12.2024 г.).
44. Huawei планирует построить в Туркменистане дата-центр Orient Link: Доступ: <https://www.orient.tm/ru/post/41734/huawei-planiruet-postroit-v-turkmenistane-data-centr>. (дата обращения: 21.12.2024 г.).
45. На пути развития базы данных ЦУР в Туркменистане Доступ: <https://turkmenistan.un.org/ru/29436-na-puti-razvitiya-bazy-dannykh-cyr-v-turkmenistane>. Дата обращения: 21.12.2024. (дата обращения: 21.12.2024 г.).