УДК 725:727:728
doi: 10.33622/0869-7019.2024.06.15-20

Центры обработки данных: новые тенденции в архитектуре и нормировании

Николай Васильевич ДУБЫНИН[1,2,3], кандидат архитектуры, доцент, начальник отдела научных исследований в области градостроительства, жилых, общественных и производственных зданий, arh_nauka@mail.ru

[1] Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий, 127238 Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2

[2] Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337 Москва, Ярославское ш., 26

[3] Московский информационно-технологический университет – Московский архитектурно-строительный институт (МИТУ МАСИ), 117342 Москва, ул. Введенского, 1А

Аннотация. *Центры обработки данных в России становятся все более востребованы, а развитие цифровых технологий и вычислительного оборудование требует совершенствования зданий, включая инженерно-технические и архитектурно-технические решения. Развитие их строительства предусматривает увеличение размеров зданий, комплексов и их энергопотребления. В связи с этим возникают вопросы безопасности самих объектов и окружающей застройки, обусловленные факторами взаимного отрицательного влияния, а также инженерно-технической и механической безопасности. Для решения указанных проблем и предупреждения отрицательных последствий строительства требуются нормативные документы по проектированию, которые в настоящее время практически отсутствуют. В связи с этим предлагается рассмотреть один из первых нормативных документов в данной области, который должен помочь проектировщикам и заказчикам центров обработки данных.*

Ключевые слова: *центр обработки данных, строительные нормы, архитектурно-планировочные решения центров обработки данных, встроенные центры обработки данных, здания и комплексы центра обработки данных*

Для цитирования: *Дубынин Н. В.* Центры обработки данных: новые тенденции в архитектуре и нормировании // Промышленное и гражданское строительство. 2024. № 6. С. 15–20. doi: 10.33622/0869-7019.2024.06.15-20

DATA PROCESSING CENTERS. NEW TRENDS IN ARCHITECTURE AND RATIONING

Nikolay V. DYBINUN[1,2,3], arh_nauka@mail.ru

[1] Central Research and Design and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures – TsNIIPromzdaniy, Dmitrovskoe shosse, 46, korp. 2, Moscow 127238, Russian Federation

[2] National Research Moscow State Civil Engineering University, Yaroslavskoye shosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation

[3] Moscow Information Technology University – Moscow Institute of Architecture and Civil Engineering, ul. Vvedenskogo, 1A, Moscow 117342, Russian Federation

Abstract. *Data processing centers in Russia are becoming more in demand, and the development of digital technologies and computing equipment requires the improvement of buildings, including engineering-technical and architectural-technical solutions. The development of their construction provides for an increase in the size of the facilities themselves and their energy consumption. In this regard, there are issues of their safety and the surrounding development, due to factors of mutual negative influence, as well as engineering, technical and mechanical safety. To solve these problems and prevent the negative consequences of construction, regulatory design documents are required, which are currently practically absent. In this regard, it is proposed to consider one of the first regulatory documents in this area, which should help designers and customers of data centers.*

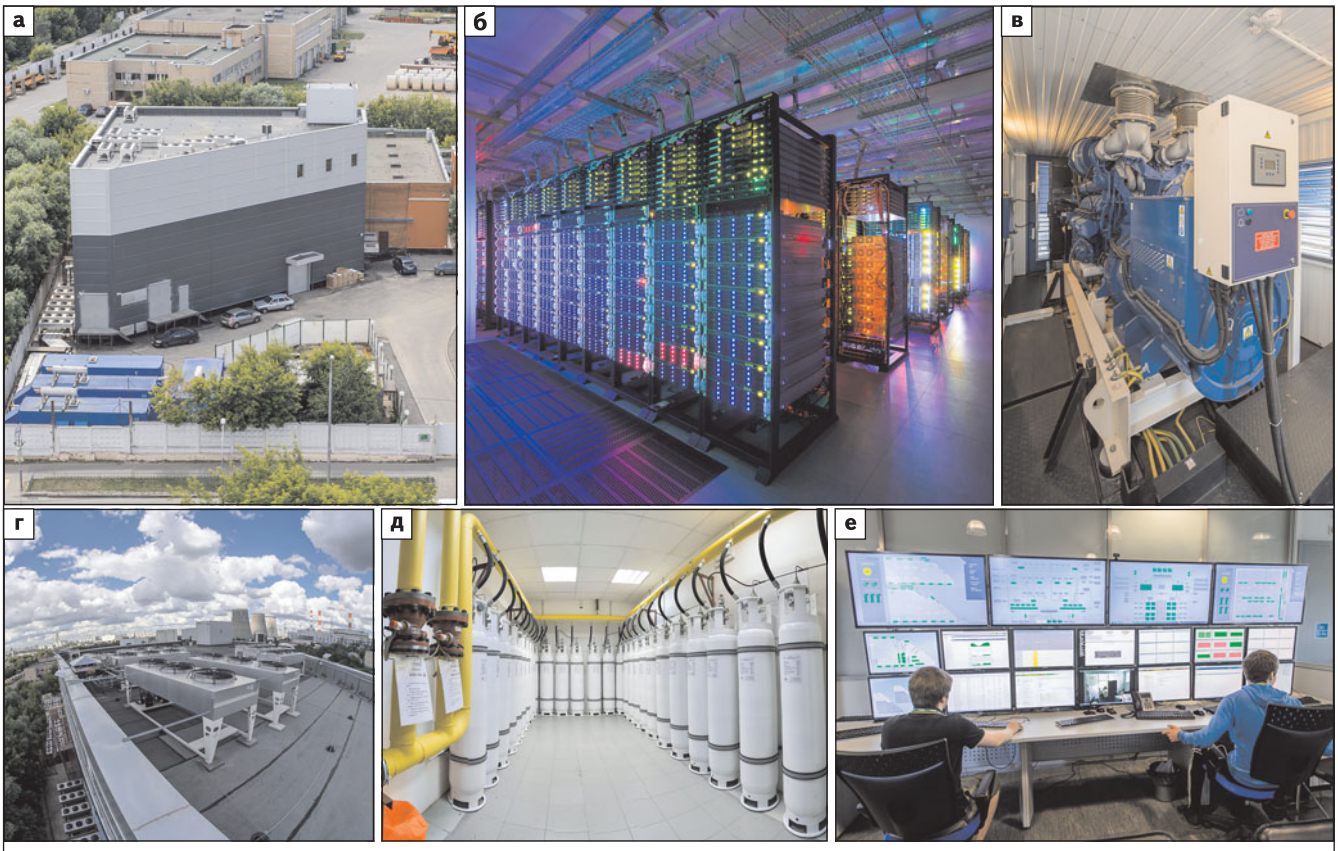
Keywords: *data center, building regulations, architectural and planning solutions of data centers, embedded data centers, buildings and complexes of the data processing center*

For citation: Dybinun N. V. Data Processing Centers. New Trends in Architecture and Rationing. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2024, no. 6, pp. 15–20. (In Russ.). doi: 10.33622/0869-7019.2024.06.15-20

© ДУБЫНИН Н. В., 2024

Введение

Востребованность строительства центров обработки данных (ЦОД) является результатом роста спроса на сервисы хранения и обработки данных российских провайдеров. Так, в 2023 г., по сравнению с предыдущим годом, количество стойко-мест и мощность российских ЦОД увеличились примерно на 20 % [1, 2]. По оценкам экспертов, в ближайшие



а — корпуса ЦОД; б — машинный зал; в — помещение ДГУ; г — система кондиционирования — внешние блоки; д — система газового пожаротушения; е — центр мониторинга

ЦОД. Дата-центр NORD на Коровинском ш., Москва (https://habr.com/ru/companies/dataline/articles/193306/)

два-три года объем строительства дата-центров может превзойти показатели предыдущих лет и вырасти в 2 раза [1]. Основные заказчики крупных объектов — это госкорпорации (Росатом, РЖД, Ростелеком) и крупные компании — банки, мобильные операторы, интернет-провайдеры, библиотеки данных, информационные ресурсы *(см. рисунок)*.

Потребность в расширении площади существующих ЦОД и строительстве новых в России вызвана:

- увеличением применения информационных технологий (ИТ), особенно в последние годы, включая облачные хранилища, дистанционную обработку данных, обеспечение сервисов искусственного интеллекта (ИИ) и т. п.;
- необходимостью замещения западных поставщиков услуг в области ИТ отечественными и азиатскими, а также в переносе данных и процессов из-за рубежа на отечественные мощности;
- ростом спроса на указанные сервисы со стороны зарубежных компаний, которые сохраняют бизнес в России.

Специфика зданий ЦОД для проектирующих их архитекторов и инженеров заключается в обеспечении безопасности как для самих объектов, так и для окружающей застройки.

Оказываемые услуги в области хранения и обработки данных требуют исключения рисков их потери, утечки или нарушения процесса вычислений, что может привести к непоправимому ущербу для пользователей. В связи с этим к вопросам безопасности, которые необходимо решать при проектировании зданий и помещений ЦОД, относится защита от угроз чрезвычайных ситуаций (ЧС):

- природного характера (затопление, землетрясение, ветер, цунами, сель и т. п.);
- техногенного характера (перегрузка конструкций, перегрузка инженерных сетей и оборудования, пожар, падение летательных аппаратов, столкновение транспорта, перебои энергоснабжения, воздействие электромагнитных полей, вибрация от производственных и транспортных объектов);
- криминальных и террористических угроз (взлом, взрыв, преднамеренное повреждение оборудования, похищение оборудования или данных и т. п.);
- событий социального характе-

ра (несанкционированные мероприятия с захватом или повреждением зданий).

Для окружающей застройки отрицательными факторами проектируемого ЦОД, в случае его недостаточной защищенности, могут быть шум и вибрации инженерного оборудования, электромагнитное излучение, а также криминально-террористическая опасность.

Решение вопросов безопасности требует создания системы строительных норм и правил, методических рекомендаций, позволяющих контролировать полноценное обеспечение проектировщиком и застройщиком всех необходимых условий. Однако в настоящее время стройная и выверенная система строительных нормативов отсутствует в стандартизации процессов проектирования, строительства и эксплуатации ЦОД, что подтверждают публикации разных авторов [3]. Можно назвать только несколько документов:

• ГОСТ Р 58812—2020 «Центры обработки данных. Инженерная инфраструктура. Операционная модель эксплуатации. Спецификация»;

• ГОСТ Р 70627—2023 «Центры обработки данных. Инженерная инфраструктура. Документация. Техническая концепция. Требования к составу и содержанию»;

• ГОСТ Р 70139—2022 «Центры обработки данных. Инженерная инфраструктура. Классификация (приостановлен 12 декабря 2023 г.).

Как видим, приведенные стандарты касаются в основном эксплуатации и документации на инженерные системы. Для проектирования может быть полезен только один документ, по классификации, но он приостановлен по инициативе Минцифры России и АНО «Координационный совет по центрам обработки данных и облачным технологиям», что вызывает удивление и вопросы у проектировщиков, притом что критика данного стандарта в основном дана с точки зрения его применения к эксплуатации, тогда как его основное назначение — проектирование.

В результате возникла ситуация, при которой проектировщику практически не на что опереться при разработке объемно-планировочных и инженерно-технических решений в проектах ЦОД. В связи с этим НП АВОК и АО «ЦНИИПромзданий» был разработан свод правил СП «Здания и сооружения центров обработки данных. Правила проектирования».

Цель этой статьи — ознакомить специалистов с новым документом, посвященным правилам проектирования центров обработки данных.

Содержание СП «Здания и сооружения центров обработки данных. Правила проектирования»

Разработка свода правил выполнена совместно с НКО «Ассоциация участников отрасли центров обработки данных». При этом учтен опыт проектирования данных объектов и актуальные вопросы перспективы их строительства, поднимаемые специалистами [4—6].

Согласно регламенту разработки подобных документов, выполнены следующие этапы:

• публичное обсуждение проходило в июле-августе 2023 г.;

• экспертиза ТК465 ПК10 проведена в октябре-ноябре 2023 г.;

• рассмотрение Техническим комитетом по стандартизации «Центры обработки данных» (ТК 120) состоялось в октябре 2023 г., где была получена положительная оценка;

• передача для утверждения в Минстрой России — ноябрь 2023 г.

Новый свод правил содержит требования, необходимые при разработке и экспертизе проектов зданий и комплексов ЦОД в части архитектурных, конструктивных, инженерно-технических решений зданий, при этом не касается технологии и ИТ-оборудования.

Рассмотрим некоторые позиции нового свода правил.

1. ***Приведена классификация ЦОД:***

• *по размещению* (что обеспечивает широкие возможности проектировщику и инвестору): во встроенных, встроенно-пристроенных и пристроенных помещениях зданий иного назначения; в отдельно стоящем здании; в комплексе зданий и сооружений (несколько зданий и построек на одном земельном участке);

• *по общей требуемой электрической мощности* для ИТ-оборудования: малые (менее 250 кВт), средние (от 250 до 3000 кВт), крупные (от 3000 до 10 000 кВт), мега-ЦОД (от 10 000 до 20 000 кВт), гипер-ЦОД (более 20 000 кВт).

Выделена также отдельная группа малых ЦОД площадью до 24 м^2, размещаемых в составе зданий иного назначения, которые допускается проектировать по заданию на проектирование.

Предложенное деление ЦОД по размещению и мощности позволяет дифференцировать требования, учитывая ответственность проектируемого объекта. Например, чем выше его мощность, тем больше данных может обрабатываться, тем ответственнее нужно относиться к их сохранности, а значит, обеспечивать более высокие требования безопасности. Это позволяет максимально обезопасить объекты и при этом разумно облегчить их строительство.

2. ***Требования к месту размещения:***

• наличие энергетических ресурсов, которые имеют важное значение, как видно из классификации ЦОД по мощности;

• возможность модернизации ЦОД, в частности, предусмотрены предварительные исследовательские работы по выявлению пригодности площадки строительства для размещения ЦОД с планируемыми параметрами;
• учет транспортной доступности экстренных служб;
• мероприятия, позволяющие поддерживать ЦОД в работоспособном состоянии при чрезвычайных ситуациях;
• соответствие проекта планировки земельного участка здания или комплекса ЦОД нормативам планировки и застройки территорий населенных пунктов, в том числе возможность прохождения через земельный участок транзитных коммуникаций;
• возможный состав зданий и сооружений комплексов ЦОД, который при необходимости может быть изменен по заданию на проектирование;
• условия размещения на земельном участке объектов, являющихся источниками механических и электромагнитных воздействий;
• исключение влияния на ИТ-оборудование ЦОД электрических или магнитных полей и вибрации от объектов, располагаемых на смежных земельных участках.

Следует отметить, что предлагаемая исследователями идея размещения ЦОД в составе информационно-технологических кластеров [5] является одной из перспективных и позволяет удовлетворить основным условиям безопасности и эффективности их работы и развития.

3. ***Требования к объемно-планировочным решениям ЦОД***

Эти требования включают в себя разграничение функциональных зон и помещений, их размещение и площади.

В качестве основных зон установлены: технологические, административные, бытовые, общего доступа. Основные помещения — инженерного и оперативного состава, служебно-технические, охраны и оперативного контроля.

В составе технологической зоны предусмотрены подзоны: информационная, телекоммуникационная, инженерная, дополнительные (по заданию на проектирование, взаиморасположение которых предусматривает некоторую свободу при проектировании для учета нетрадиционных технологических схем).

Для *информационной подзоны* приведены требования к машинным залам:
• определение количества и размеров машинных залов;
• возможность разделения машинного зала на функциональные объемы (пространство фальшпола, основное рабочее пространство, пространство фальшпотолка);
• запрет прокладки транзитных коммуникаций и размещение габаритного оборудования инженерных систем;
• наличие окон, организация входов, параметры дверей;
• запыленность воздуха и допустимый уровень вибрации.

В целом предусмотрены решения, позволяющие снизить вероятность аварийных ситуаций, необходимость ремонта с выключением оборудования и обеспечить возможность проведения модернизации и наладки.

Для *телекоммуникационной подзоны* приведен перечень помещений, их параметры, расположение (без рассмотрения ИТ-оборудования, которое определяется эксплуатирующей организацией).

Для *инженерной подзоны* дан перечень помещений, их параметры, расположение. Установлены положения по проектированию инженерных систем, обслуживающих ИТ-оборудование. Для крупных, мега- и гипер-ЦОД рекомендован модульный подход, при котором объединяются помещение или группа помещений информационной подзоны и обслуживающая ее инженерная подзона.

4. ***Требования к конструктивным решениям ЦОД***

Они содержат положения по расчету конструкций с учетом специфики и оборудования ЦОД. В том числе:
• учет нагрузок от технологического оборудования, инженерного оборудования и коммуникаций, включая подвеску к потолку, перекрытиям и балкам;
• необходимость локализации возможных протечек жидкости, которые представляют серьезную опасность для электронного оборудования;
• необходимость мероприятий по устранению передачи вибрации от устанавливаемого в здании технологического оборудования;
• при расположении помещений ЦОД ниже уровня грунтовых вод — защиту от их проникания в толщу конструкций и помещения;
• учет параметра негерметичности и степени запыленности для обработки поверхностей машинных залов спецсредствами;
• особенности конструкции фальшпола.

5. ***Требования пожарной безопасности*** включают в себя необходимость соответствия положениям федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» с учетом специфики ЦОД. В том числе:
• отделение противопожарными преградами встроенных, встроенно-пристроенных или пристроенных помещений ЦОД, размещаемых в здании иного назначения;
• назначение предела огнестойкости для ограждающих конструкций зоны и помещений для оборудования систем кондиционирования;

• определение расстояния от наиболее удаленных точек машинного зала до эвакуационного выхода;
• определение требований к помещениям с расходными баками топлива генераторов электроэнергии системы бесперебойного питания;
• уточнение требований к инженерным системам и оборудованию.

6. ***Требования к основной инженерно-технической системе электроснабжения,*** которая выполняет обеспечение ИТ-оборудования и прочих потребителей ЦОД электроэнергией:
• необходимость двух и более независимых источников питания для электроснабжения электроприемников критичных нагрузок, чтобы снизить опасность отключения ЦОД из-за аварий или ремонта на одной линии;
• резервирование наиболее важных элементов системы, чтобы исключить повреждение или утерю данных при ЧС;
• возможность проектирования встроенных трансформаторных подстанций для экономии площади земельного участка в городской застройке;
• проектирование распределительной сети электроснабжения, системы бесперебойного питания, требования к кабельным линиям.

7. ***Требования к системе холодоснабжения,*** которая должна обеспечивать необходимые параметры микроклимата в машинном зале и технологических помещениях. В том числе:
• параметры температуры и относительной влажности воздуха;
• расчет, способ и оборудование для поддержания необходимых климатических параметров в машинном зале (температура, влажность, избыточное давление, качество воздуха);
• расчет параметров системы кондиционирования;
• необходимость резервирования важных элементов систем кондиционирования воздуха, чтобы исключить перегрев ИТ-оборудования при выходе из строя одного элемента;
• схемы эффективного теплоотвода серверных шкафов;
• наличие систем сигнализации о протечках.

8. ***Требования к вспомогательным инженерно-техническим системам*** содержат положения по проектированию систем связи, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, водоснабжения и водоотведения, вертикального транспорта, автоматизированного, оперативного ручного или сервисного управления инженерными системами, автоматизированной системы диспетчеризации и управления, структурированной кабельной системы.

9. ***Требования к безопасной эксплуатации*** призваны обеспечить защиту объектов ЦОД от несанкционированного доступа и повреждения оборудования; проникновения в результате взлома; терактов, ставящих целью повреждение ИТ-оборудования ЦОД и утерю данных.

10. ***Обеспечение санитарно-эпидемиологических и экологических требований*** по охране здоровья людей, окружающей природной среды и прилегающей застройки. В том числе:
• исключение вредного воздействия на расположенные рядом с ЦОД помещения, здания и окружающую застройку с обеспечением безопасной и безвредной для человека среды обитания;
• соблюдение гигиенических нормативов к рабочим местам и параметров микроклимата в административных, офисных и бытовых помещениях;
• воздухообмен и микроклимат помещений;
• нормируемая освещенность помещений.

11. ***Энергосбережение*** предусматривается за счет положений по обеспечению эффективного и экономного расходования энергетических ресурсов. В перспективе можно рассматривать возможность использования выделяемого тепла, учитывая большую мощность крупных объектов, с учетом исследований [7, 8].

Выводы

1. Полемика специалистов вокруг документа показывает его новизну в подходах к нормированию и необходимость развития строительства самих объектов, которые сейчас только входят в стадию массового строительства. Высказывания о том, что нормы в данной области не нужны, не требуется классификация ЦОД, нормы по площади, надежности инженерных систем и т. п., говорят о некомпетентности в вопросах строительства или об опасениях уменьшения прибыли от строительства «вне норм», как это происходит сейчас в силу их временного отсутствия.

2. Учитывая важность (в том числе стратегического развития ИТ-технологий) и ценность ЦОД, а также обрабатываемых данных, задачи обеспечения их безопасности, безусловно, должны быть выше интересов бизнес-составляющей в части строительства и эксплуатации. То, что сейчас проектирование ЦОД выполняется с ориентиром на отдельные зарубежные стандарты, с выборочным использованием «выгодных» положений, не действующих в России, говорит об отсутствии гарантий безопасности при эксплуатации зданий от различных угроз.

3. Любой новый документ, тем более в новой, развивающейся области строительства, должен пройти апробацию временем. Поэтому принятие документа и его использование с целью полу-

чения реальных предложений проектировщиков для его актуализации является наиболее целесообразным и обеспечит безопасность и эффективность строительства ЦОД.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Райкевич Р.* ЦОДы '2024: чего ждать от рынка? // IT World. URL: https://www.it-world.ru/it-news/market/215493.html (дата обращения: 26.05.2024).
2. *Сухоруков М.* С какими сложностями в развитии сегодня сталкивается отрасль ЦОД в России // РБК. URL: https://companies.rbc.ru/news/7HbqHvXTJ6/s-kakimi-slozhnostyami-v-razvitii-segodnya-stalkivaetsya-otrasl-tsod-v-rossii/ (дата обращения: 26.05.2024).
3. *Куколев М. И., Заводнова Е. Б.* Нормативное обеспечение строительства и эксплуатации центров обработки данных (ЦОД) // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы IX Всерос. науч.-техн. конф. молодых исследователей. Волгоград, 2022. С. 294–297.
4. Центры обработки данных: особенности проектирования и эксплуатации // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2020. № 1. С. 56–59.
5. *Пятницкая Д. В., Романов О. С., Войцеховская Е. Г., Деменов И. Н.* Проект разработки дата-центра в составе информационно-технологического кластера // Архитектурные сезоны в СПбГАСУ : материалы X Регионального творческого форума. 2020. С. 111–113.
6. *Астахова Н. А.* Взаиморасположение центров обработки данных (ЦОД) и поселений (перспективные предложения по ревитализации части объектов энергетики) // Дни студенческой науки : сб. докл. науч.-техн. конф. М., 2023. С. 272–277.
7. *Чичьянц А. Е.* Повышение энергоэффективности систем кондиционирования центров обработки данных // Вестник науки. 2023. Т. 3. № 5(62). С. 853–859.
8. *Свиридов А. Н., Демкин В. И.* Анализ методов повышения энергоэффективности центров обработки данных // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 2. С. 110–115.

REFERENCES

1. Raykevich R. Data Centers 2024: what to expect from the market?. *IT World*. Available at: https://www.it-world.ru/it-news/market/215493.html (accessed 26.05.2024). (In Russ.).
2. Suhorukov M. What difficulties in the development of the data center industry in Russia is facing today. *RBK*. Available at: https://companies.rbc.ru/news/7HbqHvXTJ6/s-kakimi-slozhnostyami-v-razvitii-segodnya-stalkivaetsya-otrasl-tsod-v-rossii/ (accessed 26.05.2024). (In Russ.).
3. Kukolev M. I., Zavodnova E. B. Regulatory support for the construction and operation of data processing centers (data centers). *Aktual'nye problemy stroitel'stva, ZHKKH i tekhnosfernoj bezopasnosti : Materialy IX Vseros. nauch.-tekhn. konf. molodyh issledovatelej* [Actual problems of construction, housing and communal services and technosphere safety : Materials of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference of Young Researchers]. Volgograd, 2022, pp. 294–297. (In Russ.).
4. Data processing centers: design and operation features. *AVOK: Ventilyaciya, otoplenie, kondicionirovanie vozduha, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika*, 2020, no. 1, pp. 56–59. (In Russ.).
5. Pyatnickaya D. V., Romanov O. S., Vojcekhovskaya E. G., Demenov I. N. Data center development project as part of an information technology cluster. *Arhitekturnye sezony v SPbGASU. Sb. materialov X Regional'nogo tvorcheskogo foruma* [Architectural seasons in St.Petersburg State University. Collection of materials of the X Regional Creative Forum]. 2020, pp. 111–113. (In Russ.).
6. Astahova N. A. The mutual location of data processing centers (data centers) and settlements (promising proposals for the revitalization of some energy facilities). *Dni studencheskoj nauki. Sb. dokladov nauch.-tekhn. konf.* [Days of student Science. Collection of reports of the scientific and technical conference]. Moscow, 2023, pp. 272–277. (In Russ.).
7. Chich'yanc A. E. Improving the energy efficiency of air conditioning systems in data processing centers. *Vestnik nauki*, 2023, vol. 3, no. 5(62), pp. 853–859. (In Russ.).
8. Sviridov A. N., Demkin V. I. Analysis of methods for improving the energy efficiency of data processing centers. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2022, no. 2, pp. 110–115. (In Russ.).

АО • ЦНИИПРОМЗДАНИЙ •
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
Адрес: **127238 Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2**, сайт: **cniipz.ru**