**Симбиоз технологий и природы: как растения и микроводоросли сокращают углеродный след ЦОД в Ленинградской области**

***Шарипова Д.И.1, Тазова В.А.2, Финогенова А.А.2***

*Студентка, 4 курс бакалавриата*

*1 Казанский (Приволжский) федеральный университет,
институт фундаментальной медицины и биологии, Казань, Россия*

*2 РХТУ им. Д.И. Менделеева,
институт химии и проблем устойчивого развития, Москва, Россия*

*E-mail:* *shr.diliara@gmail.com*

Современные центры обработки данных (ЦОД) создают существенное экологическое воздействие, обусловленное высоким энергопотреблением и выбросами углекислого газа (СО2) [1,2]. В представленном исследовании предложен гибридный подход, включающий интеграцию биологических систем в инфраструктуру ЦОД с целью минимизации их негативного воздействия на окружающую среду.

Для решения задачи было выбрано местоположение в районе п. Сясьстрой (Ленинградская область), с учетом климатических условий, а также включения питомника, теплицы и фотобиореактора для изучения поглощения СО2 растениями. Проектируемый ЦОД занимает площадь 1500 м² и имеет фактическое энергопотребление 6000 кВт с учётом коэффициента эффективности использования энергии (PUE). Математические расчёты показали, что питомник площадью 60 га с быстрорастущими фруктовыми деревьями (яблоня, груша, вишня) поглощает 886 875 кг CO₂/год (84.4 % от общего объёма). Виды выбраны с учётом климатической адаптации и углеродопоглощающей способности. Вертикальные теплицы (48 750 м²) используют избыточное тепло и CO₂ энергоцентра. Гидропонные культуры (базилик, салат, шпинат) поглощают 137 137 кг CO₂/год (13 %) за счёт интенсификации фотосинтеза. Пластинчатые фотобиореакторы (ПФБР) с микроводорослями (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus sp*.), интегрированные в серверные стойки, утилизируют 27 300 кг CO₂/год (2.6 %) и охлаждают оборудование, а биомасса используется в промышленности.

Суммарная эффективность системы — 1 051 312 кг CO₂/год (3.5 % от выбросов энергоцентра — 30.5 млн кг/год). Капитальные затраты — 762 млн руб. (питомник: 128 млн, теплицы: 513 млн, ПФБР: 121 млн). Годовые расходы — 65.9 млн руб. Окупаемость (5–6 лет) достигается за счёт продажи сельхозпродукции и биомассы водорослей.

 Интеграция биоразнообразия в ЦОДы — инновационный подход, превращающий экологические обязательства в инструмент устойчивого развития. Система снижает углеродный след и приносит социально-экономические выгоды, но её вклад (3,5%) остаётся малым на фоне выбросов. Для углеродной нейтральности потребуется увеличить площадь питомника в 35 раз, что экономически и логистически невозможно для большинства объектов. Реализация требует открытых данных о выбросах, экспериментов с биомониторингом и адаптации технологий под региональные условия. Несмотря на ограниченный эффект, система демонстрирует потенциал симбиоза технологий и природы для «зелёной» трансформации цифровой отрасли.

 *Выражаем благодарность университету ИТМО за организацию кейс-чемпионата «Техносфера-2025» и за вдохновение, которое послужило основой для написания данной работы. Также благодарим компанию Green Zoom и АНО «НИИУРС» за ценные рекомендации и неоценимую поддержку в ходе проведения чемпионата.*

**Литература**

1. Клюева В.А., Салиенко Н.В. Актуальные тенденции зеленой трансформации в России и в мире // Социальное предпринимательство и корпоративная социальная ответственность. 2024. Т. 5, № 1. С. 21-36.

2. Kapitonov S., Osipsov A., Gayda I., Lyashik Y., Grushevenko E. Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS) Technologies // Технологии по улавливанию, хранению и использованию углерода (CCUS). 2022.