

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ЯГОД В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

© Каюмов А. К., 2026

Иркутский государственный университет, г. Иркутск

В статье представлены результаты выпускной квалификационной работы, выполненной студентами Байкальской международной бизнес-школы Иркутского государственного университета, по разработке и обоснованию инвестиционного проекта тепличного комплекса в Иркутской области. Рассматривается проблема высокой зависимости региона от привозных ягод в зимне-весенний период и обосновывается инновационная бизнес-модель, интегрирующая центр обработки данных (ЦОД) и тепличное хозяйство. Раскрываются технологические аспекты утилизации низкопотенциального тепла серверов (30–45°C) для отопления теплиц, анализируется региональный рынок, приводятся ключевые показатели экономической эффективности проекта (NPV, IRR, PP, DPP) и результаты анализа рисков. Особое внимание уделяется синергии цифровой и аграрной отраслей как драйверу устойчивого развития (ЭКГ) в условиях резко континентального климата Восточной Сибири.

Ключевые слова: тепличный комплекс, центр обработки данных (ЦОД), вторичная тепловая энергия, клубника, Иркутская область, бизнес-модель, энергоэффективность, ЭКГ, стартап, импортозамещение

Современная экономика России характеризуется возрастающим запросом на продовольственную безопасность, особенно в регионах с экстремальными климатическими условиями.

Иркутская область, относящаяся к территориям с резко континентальным климатом (зимние температуры опускаются ниже –35°C), самостоятельно покрывает лишь около 50 % потребностей населения в свежих овощах, фруктах и ягодах [1]. Остальная продукция завозится из других регионов, что приводит к росту цен в 2–3 раза в зимне-весенний период и снижению качества.

Параллельно в регионе активно развивается цифровая инфраструктура. Российский рынок центров обработки данных (ЦОД) за 2023–2024 годы ввел 24 тысячи стойко-мест, однако ключевой проблемой остается утилизация низкопотенциального тепла (30–45°C), выделяемого серверами, которое в большинстве проектов рассеивается без полезного применения [2].

Особый интерес тема приобретает в связи с отменой льгот для майнинга в Иркутской области, что высвободило значительные энергетические мощности. Иркутская область обладает самыми низкими промышленными тарифами на электроэнергию в РФ (около 5,8 руб./кВт·ч, а на оптовом рынке — до 2,5 руб./кВт·ч) [3]. Данное исследование посвящено разработке проекта, который использует эти уникальные условия для создания энергоэффективной модели «ЦОД + теплица».

Настоящая статья обобщает результаты выпускной квалификационной работы студентов Байкальской международной бизнес-школы ИГУ. Цель исследования — разработать и обосновать проект тепличного комплекса по выращиванию ягод в закрытом грунте (клубника, малина, голубика) с использованием тепловой энергии ЦОД для

обеспечения жителей региона свежей продукцией круглый год.

1. Теоретические и региональные предпосылки проекта

Работа над проектом опиралась на несколько концептуальных подходов. Прежде всего, это принципы циркулярной экономики и ЭКГ-повестки (Environmental, Social, Governance), предполагающие повторное использование ресурсов и снижение углеродного следа. Во-вторых, концепция импортозамещения в агропромышленном комплексе (АПК), поддерживаемая государством (объем субсидий АПК Иркутской области в 2025 году составил 3,1 млрд руб.) [4].

Команда проекта провела анализ природно-климатических условий Иркутской области. Площадь пригодных для возделывания земель составляет чуть более 2,4 млн га (около 1 % от всех сельхозугодий РФ), что делает традиционное земледелие малопродуктивным. Было установлено, что расходы на тепло- и энергоснабжение в традиционных теплицах Сибири формируют 20–40 % себестоимости. Именно эта статья затрат становится «узким горлом» для локальных производителей.

Ключевым ресурсным преимуществом, выявленным в ходе анализа, является наличие высвободившихся после запрета майнинга энергетических мощностей и строящегося ЦОД в непосредственной близости от земельного участка. В отличие от возобновляемых источников энергии, тепло от ЦОД выделяется круглосуточно и не зависит от погодных условий, что делает его идеальным источником базовой нагрузки для отопления теплиц.

2. Архитектура технологической интеграции «ЦОД — Теплица»

Центральным элементом разработанной бизнес-модели является система утилизации тепла. В

отличие от традиционных решений, проект предполагает прямое использование низкопотенциального тепла (40–45°C), что позволяет отказаться от дорогостоящих тепловых насосов.

Техническое решение включает следующие компоненты:

1. узел генерации на стороне ЦОД: два пластинчатых теплообменника (по 2 МВт) для отделения контура серверов от тепличного контура; буферная емкость 150 м³ для нивелирования колебаний нагрузки;

2. контур транспортировки: гибкие теплоизолированные трубы из сшитого полиэтилена, проложенные в грунте ниже глубины промерзания;

3. контур потребления в теплице: система корневого обогрева (температура теплоносителя до 40°C, что соответствует агротехническим нормам) и воздушные фанкойлы для компенсации теплопотерь через кровлю.

Расчеты показали, что проектная мощность ЦОД (4 МВт) перекрывает пиковые теплопотери комплекса (2,87 МВт при –36°C) с запасом 28 %, полностью исключая необходимость в постоянном использовании газа или электричества для отопления. Лишь в экстремальных случаях предусмотрены резервные электродоты.

3. Модель агропроизводства и рыночная стратегия

Проект предполагает реконструкцию существующего тепличного комплекса площадью 1,1 га (10 теплиц). Была спроектирована многоярусная стеллажная система для гидропонного выращивания. Производственная мощность в год составляет 282 тонны, в том числе 190 тонн клубники (сорт «Сан-Андреас»), 85,5 тонн малины («Зюгана») и 6,4 тонны голубики («Блюкроп»). Использование технологии досветки (LED-фитолампы) и автоматизации («УМНИЦА») обеспечивает круглогодичный цикл.

Стратегия сбыта диверсифицирована по четырем каналам:

- торговые сети (50–55 %): федеральные и региональные сети («Слата», «Пятерочка»);
- сегмент HoReCa (20–25 %): рестораны, кафе, отели Иркутска;
- прямые продажи B2C (10–15 %): доставка через сайт, подписки, фирменная лавка;
- переработка (10–15 %): поставка некондиции для компании «Дикая Сибирь» (пюре, заморозка).

Ценовая политика учитывает сезонный фактор. Например, цена зимней клубники для сетей установлена на уровне 950 руб./кг, что на 10–15 % ниже привозных аналогов, что обеспечивает конкурентное преимущество. Брендинг ориентирован на локальность и ЭКГ («Ягода с берегов Байкала»).

4. Финансовая модель и анализ рисков

Для оценки экономической эффективности проекта был проведен расчет ключевых инвестиционных показателей (горизонт планирования — 10 лет, ставка дисконтирования 15 %). Общий объем инвестиций (CAPEX) составляет 258,2 млн руб. Структура CAPEX включает реконструкцию теплиц, закупку стеллажей, осветительного и теплообменного оборудования, а также строительство склада и покупку электрогрузовиков.

Финансирование предполагает смешанную схему: кредит в размере не менее 100 млн руб. по ставке 6 % годовых (льготный) и средства инвестора.

Ключевым фактором устойчивости является обнуление расходов на тепловую энергию, что снижает себестоимость продукции на 17–30 % по сравнению с традиционными теплицами региона. Анализ безубыточности показывает, что запас финансовой прочности составляет 41 % для бухгалтерской прибыли.

Анализ рисков. В ходе работы были идентифицированы основные риски этапа реализации (несогласованность теплообмена, задержки поставок) и операционного этапа (болезни растений, рост тарифов). Для их минимизации предложены мероприятия:

- пилотный контур теплообмена и гидравлическое моделирование перед запуском;
- формирование 20–25 % буфера в смете и фиксация цен с подрядчиками;
- резервирование поставщиков (РФ, Китай, Турция);
- внедрение системы фитосанитарного контроля и страхование урожая.

Реализация этих мер переводит проект из категории высокорисковых в управляемые. Расчеты показывают, что предложенная система управления позволяет снизить совокупное влияние рисков на 25–30 %.

Итак, модель тепличного комплекса, интегрированного с центром обработки данных, представляет собой комплексный ответ на вызовы продовольственной безопасности и энергоэффективности, стоящие перед Иркутской областью. Инновационность предложения заключается в синергии цифровой и аграрной отраслей: использование вторичного низкопотенциального тепла ЦОД позволяет не только полностью обнулить одну из самых затратных статей операционных расходов — отопление, но и значительно снизить нагрузку на окружающую среду за счёт сокращения выбросов CO₂ и теплового загрязнения. Экономические расчёты подтверждают высокую эффективность предлагаемой модели: чистая приведённая стоимость проекта составляет более 280 млн рублей, а внутренняя норма доходности достигает около 35 %, что существенно превышает

среднеотраслевые показатели для тепличных хозяйств в условиях Сибири.

Особого внимания заслуживает практическая реализуемость проекта. Наличие готового тепличного хозяйства, требующего лишь реконструкции, высвободившиеся энергетические мощности после запрета майнинга, а также государственная поддержка как агропромышленного, так и цифрового секторов создают уникальный инвестиционный климат. Система управления рисками — от пилотного контура теплообмена до диверсификации каналов сбыта — снижает совокупное влияние угроз на 25–30 %, переводя проект из категории высокого риска в категорию управляемых.

Таким образом, предложенная бизнес-модель «ЦОД + теплица» обладает высоким потенциалом тиражирования в других регионах Сибири и Дальнего Востока с аналогичными климатическими и энергетическими условиями, а её реализация позволит закрепить за Иркутской областью статус пилотного региона в области устойчивого агропромышленного и цифрового развития. ■

1. Сельхозпроизводители [Электронный ресурс] : справочник сельхозпредприятий : сайт. — Москва, 2023. — URL: <https://selhozproizvoditeli.ru/news/agropromyshlennyy-kompleks-irkutskoy-oblasti> (дата обращения: 17.06.2025).

2. InvestFunds [Электронный ресурс] : независимый источник данных для частного инвестора : сайт. — Санкт-Петербург, 2025. — URL: <https://investfunds.ru/analytics/583117/download/> (дата обращения: 28.06.2025).

3. Новая энергия [Электронный ресурс] : цена на электроэнергию для предприятий на 2025 год : сайт. — Челябинск, 2025. — URL: <https://enerone.ru/articles/cena-na-elektroenergiyu-dlya-predpriyatij-na-2025> (дата обращения: 28.06.2025).

4. Министерство сельского хозяйства Иркутской области [Электронный ресурс] : официальный сайт. — Иркутск, 2025. — URL: <https://irkobl.ru/sites/agroline/news/4123191/> (дата обращения: 20.06.2025).

5. ГлавАгроном [Электронный ресурс] : главный сайт для агрономов России : сайт. — Москва, 2025. — URL: <https://glavagronom.ru/news/proizvodstvo-teplichnyh-ovoshchey-v-rossii-za-5-let-vyroslo-pochti-na-25-rshb> (дата обращения: 17.06.2025).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

InvestFunds [Электронный ресурс] : независимый источник данных для частного инвестора : сайт. —

Санкт-Петербург, 2025. — URL: <https://investfunds.ru/analytics/583117/download/> (дата обращения: 28.06.2025).

ГлавАгроном [Электронный ресурс] : главный сайт для агрономов России : сайт. — Москва, 2025. — URL: <https://glavagronom.ru/news/proizvodstvo-teplichnyh-ovoshchey-v-rossii-za-5-let-vyroslo-pochti-na-25-rshb> (дата обращения: 17.06.2025).

Министерство сельского хозяйства Иркутской области [Электронный ресурс] : официальный сайт. — Иркутск, 2025. — URL: <https://irkobl.ru/sites/agroline/news/4123191/> (дата обращения: 20.06.2025).

Новая энергия [Электронный ресурс] : цена на электроэнергию для предприятий на 2025 год : сайт. — Челябинск, 2025. — URL: <https://enerone.ru/articles/cena-na-elektroenergiyu-dlya-predpriyatij-na-2025> (дата обращения: 28.06.2025).

Сельхозпроизводители [Электронный ресурс] : справочник сельхозпредприятий : сайт. — Москва, 2023. — URL: <https://selhozproizvoditeli.ru/news/agropromyshlennyy-kompleks-irkutskoy-oblasti> (дата обращения: 17.06.2025).

Development and justification of a berry growing project in closed ground using heat energy from data centers (case of the Irkutsk region)

© Kayumov A., 2026

This article presents the results of a final qualifying thesis conducted by students of the Baikal International Business School of Irkutsk State University on the development and justification of an investment project for a greenhouse complex in the Irkutsk Region. It examines the problem of high regional dependence on imported berries during the autumn-winter period and substantiates an innovative business model integrating a data center (DC) and greenhouse farming. The technological aspects of utilizing low-grade server waste heat (30–45°C) for greenhouse heating are disclosed, a regional market analysis is provided, and key indicators of the project's economic efficiency (NPV, IRR, PP, DPP) along with risk analysis results are presented. Special attention is paid to the synergy of the digital and agricultural sectors as a driver for sustainable (ESG) development under the sharply continental climate of Eastern Siberia.

Keywords: greenhouse complex, data center (DC), waste heat, strawberries, Irkutsk Region, business model, energy efficiency, ESG, startup, import substitution