



ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ

РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: территории Крайнего Севера, бизнес-модель, автоматизированный гибридный энергетический комплекс (АГЭК), возобновляемые источники энергии (ВИЭ), удельный расход условного топлива (УРУТ), срок окупаемости

И. А. Башмаков, доктор эконом. наук, генеральный директор Центра энергоэффективности – XXI век (ЦЭНЭФ-XXI)

Экономическое благополучие России в большой мере зависит от освоения обширных, но малонаселенных и труднодоступных территорий Крайнего Севера. Эти территории характеризуются ограниченной транспортной доступностью и порождаемой этим экономической замкнутостью, суровыми климатическими условиями и длительным отопительным периодом. Как показывает опыт последних лет, программы по повышению энергоэффективности и развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на изолированных территориях Крайнего Севера позволяют решать стратегическую задачу по их возрождению и активному развитию. Сбор данных для разработки таких программ – дело довольно затратное. Для определения целесообразности организации работы по сбору детальной информации потенциальный инвестор может провести экспресс-оценку экономической привлекательности программы. Предлагаем метод такой экспресс-оценки.

Особенности изолированных территорий

Во многих поселках Крайнего Севера наблюдаются следующие эффекты [1–3]:

- «Экономика сжатия»: снижение численности населения поселков, снижение параметров экономической активности, снижение производства и потребления электрической и тепловой энергии, а также объемов завоза топлива.
- «Замороженное время»: эксплуатация преимущественно устаревшего и изношенного энергетического оборудования.
- Снижения экономической доступности энергии: рост расходов на энергоснабжение в расчете на душу населения до уровня 200–300 тыс. руб./чел./год при среднем по России уровне, близком к 100 тыс. руб./чел./год.
- «Папины деньги»: оплата за счет бюджета и дальневосточной надбавки до 3/4 всех расходов на энергоснабжение. Всего расходы только на дизельное топливо для изолированных систем энергоснабжения составляют 60–80 млрд руб. в год.
- «Самоедская энергетика»: до конечных потребителей доходит только 40–50 % потребления первичной энергии. В крупных поселках примерно 40 % вырабатываемой электроэнергии идет на нужды систем жизнеобеспечения, собственные нужды и потери в сетях.

Дефицит энергии и ее дороговизна (экономически обоснованные тарифы на электроэнергию в диапазоне 30–250 руб. кВт•ч, а на тепловую энергию до 20 тыс. руб./Гкал) сдерживают развитие экономики и ограничивают возможности обеспечения комфортности проживания, а значит, и привлекательность северных территорий.

Решать проблемы энергоснабжения изолированных территорий можно за счет: реализации программ, включающих строительство гибридных ветро-дизельных комплексов (ВЭС-ДЭС), гибридных солнечно-дизельных комплексов (СЭС-ДЭС), мини-ТЭЦ; модернизации и оптимизации мощностей дизельных электростанций (ДЭС) и котельных, электрических и тепловых сетей; установки частотно-регулируемых приводов (ЧРП) на насосы в системах теплоснабжения и водоснабжения, новых эффективных индивидуальных твердотопливных котлов, автоматизированного индивидуального теплового пункта (АИТП), систем учета тепла в жилых и общественных зданиях, их утепления, ремонта в них инженерных систем; модернизации систем освещения, стимулирования приобретения энергоэффективных бытовых электроприборов [1–3].

Бизнес-модели реализации программ развития инженерной инфраструктуры на изолированных территориях

В рамках действующего нормативно-правового поля могут быть реализованы четыре механизма частно-государственного партнерства для привлечения инвестиций в реконструкцию и модернизацию систем энергоснабжения изолированных территорий:

- 1) энергосервисный контракт;
- 2) договор энергоснабжения с элементами энергосервиса (ДЭЭЭ). Этот механизм прописан в законе № 261-ФЗ, но не развит и не «оброс» подзаконными актами для его практического применения;

РЕКЛАМА

3) концессионное соглашение. Оно ограничено только выработкой электрической или тепловой энергии;

4) интегрированный энергетический контракт. Он объединяет меры по модернизации источников электроэнергии за счет установки гибридных систем генерации с использованием ВИЭ, а также источников теплоснабжения с мерами по повышению энергоэффективности на объектах потребителей электроэнергии, тепловой энергии и топлива.

Энергосервисный механизм позволяет реализовывать мероприятия или на стороне спроса на энергию, или на стороне ее предложения. В существующей практике есть примеры заключения контрактов либо с поставщиками энергии, либо с ее потребителями. Модель энергосервисного контракта для установки ВИЭ на изолированных территориях отлажена, и накоплен опыт ее применения. Ее активно использует ПАО «РусГидро». Источником возмещения инвестиций является экономия затрат на топливо. При использовании норматива расхода топлива, который применяется регулятором в процессе ценообразования, методику расчета экономии топлива можно заметно упростить и оценивать ее как произведение объема генерации на ВЭС или СЭС на норматив расхода топлива. Однако эта бизнес-модель не позволяет задействовать ресурс повышения энергоэффективности ни у потребителей в системе электроснабжения, ни на объектах систем теплоснабжения.

Договор энергоснабжения с элементами энергосервиса (договор купли-продажи, поставки, передачи энергетических ресурсов, включающий в себя условия энергосервисного договора) является разновидностью энергосервисного контракта. В этом случае функции энергосервисной компании выполняет ресурсоснабжающая организация.

Первые три модели не полностью отражают особенности энергоснабжения изолированных территорий, на которых работа систем электро- и теплоснабжения сильно взаимосвязана. Модель интегрированного энергетического контракта потенциально имеет самый широкий охват и в большей мере, чем другие схемы, позволяет реализовать значительный потенциал экономии энергии у конечных потребителей и таким образом заметно снизить необходимые масштабы систем энергоснабжения и сопряженные с их эксплуатацией огромные расходы на энергоснабжение изолированных территорий и на завоз топлива.

Выбор населенного пункта для реализации проекта, бизнес-модели и набора технических решений зависит от оценки потенциальным инвестором экономической привлекательности реализации программы развития инженерной инфраструктуры для изолированных систем энергоснабжения.

Минимальный объем информации для проведения экспресс-оценки

Сбор информации, необходимой при разработке детальной программы развития инженерной инфраструктуры для систем энергоснабжения изолированных территорий, требует больших затрат сил и времени. Для определения целесообразности организации работы по разработке такой программы и

по сбору детальной информации потенциальный инвестор может провести экспресс-оценку экономической привлекательности программы. Для проведения такой оценки достаточно нескольких показателей; их можно получить дистанционно из решений органов тарифного регулирования субъекта Российской Федерации, на территории которого находятся населенные пункты с изолированными системами энергоснабжения. В этих решениях, как правило, указываются:

- необходимая валовая выручка (НВВ);
- затраты на топливо в составе НВВ;
- полезный отпуск электроэнергии;
- удельный расход топлива на отпущенную электрическую энергию;
- экономически обоснованный тариф на электрическую энергию.

На основе этих данных дополнительно определяются:

- расход топлива (умножением удельного расхода топлива на объем полезного отпуска электроэнергии);
- средняя цена топлива (делением затрат на топливо в составе НВВ на расход топлива).

Этих данных достаточно для проведения экспресс-оценки¹ экономической привлекательности реализации программы развития инженерной инфраструктуры для систем энергоснабжения изолированных территорий.

Результаты экспресс-оценки сроков окупаемости программы развития инженерной инфраструктуры для изолированных систем энергоснабжения

Результаты расчетов представлены в таблице экспресс-оценки сроков окупаемости программы развития инженерной инфраструктуры для изолированных систем энергоснабжения.

Оценки простого срока окупаемости даны для сочетаний пяти факторов:

- 1) объем генерации электроэнергии в изолированной системе энергоснабжения;
- 2) цена на дизельное топливо;
- 3) доля ВИЭ (СЭС или ВЭС) в выработке электроэнергии на автоматизированном гибридном энергетическом комплексе (АГЭК) при реализации бизнес-модели энергосервисного контракта;
- 4) доля экономии электроэнергии на объектах ее потребителей от исходного полезного отпуска электроэнергии при реализации бизнес-моделей контракта на энергоснабжение с элементами энергосервиса или интегрированного энергетического контракта;
- 5) последовательность реализации пакетов мер по экономии электроэнергии на объектах ее потребителей и установке АГЭК. Если сначала устанавливается АГЭК, то реализация мер по повышению энергоэффективности не отражается на определении мощности АГЭК.

Для параметра «доля ВИЭ (СЭС или ВЭС) в выработке электроэнергии на АГЭК» задано три варианта: 0, 15 и 50 %. Первый вариант позволяет получать экономию топлива за счет регулирования загрузки ДЭС на базе использования нескольких

¹ Алгоритм получения экспресс-оценки экономической привлекательности реализации программы развития инженерной инфраструктуры для изолированных систем энергоснабжения с использованием модели ЭКСПРЕСС-ИЗОЛТЕРП представлен в приложении 1 в интернет-версии статьи www.abok.ru.

Таблица Экспресс-оценка простых сроков окупаемости затрат по программе развития инженерной инфраструктуры для изолированных систем энергоснабжения

Цена дизтоплива, руб./т	Доля СЭС в выработке АГЭК, %	Экономия электроэнергии от исходного потребления, %	Диапазоны годовой выработки электроэнергии, тыс. кВт*ч											
			< 100		100–300		300–700		700–1 500		1 500–3 000		> 3 000	
			после АГЭК*	до АГЭК**	после АГЭК*	до АГЭК**	после АГЭК*	до АГЭК**	после АГЭК*	до АГЭК**	после АГЭК*	до АГЭК**	после АГЭК*	до АГЭК**
50–60	0	0	23,2	23,2	12,7	12,7	12,8	12,8	10,3	10,3	12,3	12,3	14,4	14,4
50–60	0	10	21,5	21,4	11,5	11,4	11,2	10,6	8,7	8,3	9,6	9,2	10,1	9,5
50–60	0	20	20,3	20,1	10,9	9,2	10,6	9,7	8,3	7,3	8,9	6,5	9,1	7,9
50–60	15	0	22,0	22,0	12,1	12,1	11,8	11,8	9,6	9,6	10,5	10,5	11,2	11,2
50–60	15	10	20,5	20,6	11,1	11,1	10,7	10,2	8,4	8,2	8,9	8,7	9,1	8,8
50–60	15	20	19,5	19,6	10,7	9,3	10,2	9,5	8,1	7,3	8,5	6,6	8,5	7,7
50–60	50	0	18,9	18,9	10,8	10,8	10,3	10,3	8,6	8,6	8,9	8,9	9,0	9,0
50–60	50	10	17,9	18,1	10,1	10,2	9,6	9,3	7,9	7,8	8,2	8,0	8,1	8,0
50–60	50	20	17,3	17,6	9,9	8,9	9,3	8,9	7,8	7,2	8,0	6,7	7,9	7,4
60–70	0	0	19,6	19,6	10,7	10,7	10,8	10,8	8,7	8,7	10,4	10,4	12,2	12,2
60–70	0	10	18,2	18,1	9,7	9,6	9,5	9,0	7,4	7,0	8,1	7,8	8,6	8,0
60–70	0	20	17,2	17,0	9,3	7,8	9,0	8,2	7,0	6,2	7,5	5,5	7,7	6,7
60–70	15	0	18,6	18,6	10,2	10,2	10,0	10,0	8,1	8,1	8,9	8,9	9,5	9,5
60–70	15	10	17,4	17,4	9,4	9,4	9,0	8,6	7,1	6,9	7,6	7,3	7,7	7,4
60–70	15	20	16,5	16,5	9,1	7,8	8,6	8,1	6,9	6,2	7,2	5,6	7,2	6,5
60–70	50	0	16,0	16,0	9,1	9,1	8,7	8,7	7,3	7,3	7,6	7,6	7,6	7,6
60–70	50	10	15,2	15,4	8,6	8,6	8,1	7,9	6,7	6,6	6,9	6,6	6,9	6,8
60–70	50	20	14,6	14,9	8,4	7,5	7,9	7,6	6,6	6,1	6,7	5,7	6,7	6,3
70–80	0	0	17,0	17,0	9,3	9,3	9,4	9,4	7,6	7,6	9,0	9,0	10,6	10,6
70–80	0	10	15,8	15,7	8,4	8,3	8,2	7,8	6,4	6,1	7,0	6,7	7,4	7,0
70–80	0	20	14,9	14,7	8,0	6,8	7,8	7,1	6,1	5,3	6,5	4,7	6,7	5,8
70–80	15	0	16,1	16,1	8,9	8,9	8,7	8,7	7,0	7,0	7,7	7,7	8,2	8,2
70–80	15	10	15,0	15,1	8,2	8,1	7,8	7,5	6,2	6,0	6,6	6,4	6,7	6,4
70–80	15	20	14,3	14,3	7,9	6,8	7,5	7,0	6,0	5,4	6,2	4,9	6,3	5,6
70–80	50	0	13,9	13,9	7,9	7,9	7,5	7,5	6,3	6,3	6,6	6,6	6,6	6,6
70–80	50	10	13,1	13,3	7,4	7,5	7,0	6,8	5,8	5,7	6,0	5,9	6,0	5,9
70–80	50	20	12,7	12,9	7,2	6,5	6,8	6,6	5,7	5,3	5,8	4,9	5,8	5,4
80–90	0	0	15,0	15,0	8,2	8,2	8,3	8,3	6,7	6,7	7,9	7,9	9,3	9,3
80–90	0	10	13,9	13,8	7,4	7,3	7,3	6,9	5,6	5,4	6,2	5,9	6,6	6,2
80–90	0	20	13,2	13,0	7,1	6,0	6,9	6,3	5,4	4,7	5,8	4,2	5,9	5,1
80–90	15	0	14,2	14,2	7,8	7,8	7,7	7,7	6,2	6,2	6,8	6,8	7,2	7,2
80–90	15	10	13,3	13,3	7,2	7,2	6,9	6,6	5,5	5,3	5,8	5,6	5,9	5,7
80–90	15	20	12,6	12,7	6,9	6,0	6,6	6,2	5,3	4,7	5,5	4,3	5,5	5,0
80–90	50	0	12,2	12,2	7,0	7,0	6,7	6,7	5,6	5,6	5,8	5,8	5,8	5,8
80–90	50	10	11,6	11,7	6,6	6,6	6,2	6,0	5,1	5,0	5,3	5,2	5,3	5,2
80–90	50	20	11,2	11,4	6,4	5,7	6,0	5,8	5,0	4,7	5,1	4,4	5,1	4,8
90–100	0	0	13,4	13,4	7,3	7,3	7,4	7,4	6,0	6,0	7,1	7,1	8,3	8,3
90–100	0	10	12,4	12,4	6,6	6,6	6,5	6,1	5,1	4,8	5,6	5,3	5,9	5,5
90–100	0	20	11,8	11,6	6,3	5,3	6,1	5,6	4,8	4,2	5,1	3,7	5,3	4,6
90–100	15	0	12,7	12,7	7,0	7,0	6,8	6,8	5,5	5,5	6,1	6,1	6,5	6,5
90–100	15	10	11,9	11,9	6,5	6,4	6,2	5,9	4,9	4,7	5,2	5,0	5,3	5,1
90–100	15	20	11,3	11,3	6,2	5,4	5,9	5,5	4,7	4,2	4,9	3,8	4,9	4,5
90–100	50	0	10,9	10,9	6,2	6,2	6,0	6,0	5,0	5,0	5,2	5,2	5,2	5,2
90–100	50	10	10,4	10,5	5,9	5,9	5,6	5,4	4,6	4,5	4,7	4,6	4,7	4,6
90–100	50	20	10,0	10,2	5,7	5,1	5,4	5,2	4,5	4,2	4,6	3,9	4,6	4,3
100–110	0	0	12,2	12,2	6,6	6,6	6,7	6,7	5,4	5,4	6,4	6,4	7,6	7,6
100–110	0	10	11,3	11,2	6,0	5,9	5,9	5,6	4,6	4,4	5,0	4,8	5,3	5,0
100–110	0	20	10,7	10,5	5,7	4,8	5,5	5,1	4,3	3,8	4,7	3,4	4,8	4,1
100–110	15	0	11,5	11,5	6,3	6,3	6,2	6,2	5,0	5,0	5,5	5,5	5,9	5,9
100–110	15	10	10,7	10,8	5,8	5,8	5,6	5,3	4,4	4,3	4,7	4,5	4,8	4,6
100–110	15	20	10,2	10,2	5,6	4,9	5,3	5,0	4,3	3,8	4,5	3,5	4,5	4,0
100–110	50	0	9,9	9,9	5,6	5,6	5,4	5,4	4,5	4,5	4,7	4,7	4,7	4,7
100–110	50	10	9,4	9,5	5,3	5,3	5,0	4,9	4,2	4,1	4,3	4,2	4,3	4,2
100–110	50	20	9,1	9,2	5,2	4,6	4,9	4,7	4,1	3,8	4,2	3,5	4,1	3,9
110–120	0	0	11,1	11,1	6,1	6,1	6,1	6,1	4,9	4,9	5,9	5,9	6,9	6,9
110–120	0	10	10,3	10,2	5,5	5,4	5,4	5,1	4,2	4,0	4,6	4,4	4,8	4,5
110–120	0	20	9,7	9,6	5,2	4,4	5,1	4,7	4,0	3,5	4,3	3,1	4,3	3,8
110–120	15	0	10,5	10,5	5,8	5,8	5,7	5,7	4,6	4,6	5,0	5,0	5,3	5,3
110–120	15	10	9,8	9,8	5,3	5,3	5,1	4,9	4,0	3,9	4,3	4,1	4,3	4,2
110–120	15	20	9,3	9,4	5,1	4,4	4,9	4,6	3,9	3,5	4,1	3,2	4,1	3,7
110–120	50	0	9,0	9,0	5,1	5,1	4,9	4,9	4,1	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3
110–120	50	10	8,6	8,7	4,9	4,9	4,6	4,5	3,8	3,7	3,9	3,8	3,9	3,8
110–120	50	20	8,3	8,4	4,7	4,2	4,5	4,3	3,7	3,5	3,8	3,2	3,8	3,6
120–130	0	0	10,2	10,2	5,6	5,6	5,6	5,6	4,5	4,5	5,4	5,4	6,3	6,3
120–130	0	10	9,5	9,4	5,0	5,0	4,9	4,7	3,8	3,7	4,2	4,0	4,5	4,2
120–130	0	20	8,9	8,8	4,8	4,1	4,7	4,3	3,7	3,2	3,9	2,8	4,0	3,5
120–130	15	0	9,7	9,7	5,3	5,3	5,2	5,2	4,2	4,2	4,6	4,6	4,9	4,9
120–130	15	10	9,0	9,1	4,9	4,9	4,7	4,5	3,7	3,6	3,9	3,8	4,0	3,9
120–130	15	20	8,6	8,6	4,7	4,1	4,5	4,2	3,6	3,2	3,7	2,9	3,8	3,4
120–130	50	0	8,3	8,3	4,7	4,7	4,5	4,5	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0
120–130	50	10	7,9	8,0	4,5	4,5	4,2	4,1	3,5	3,4	3,6	3,5	3,6	3,5
120–130	50	20	7,6	7,8	4,3	3,9	4,1	3,9	3,4	3,2	3,5	3,0	3,5	3,3

Примечания.

* При реализации мер по повышению энергоэффективности после установки автоматизированного гибридного энергетического комплекса (АГЭК).

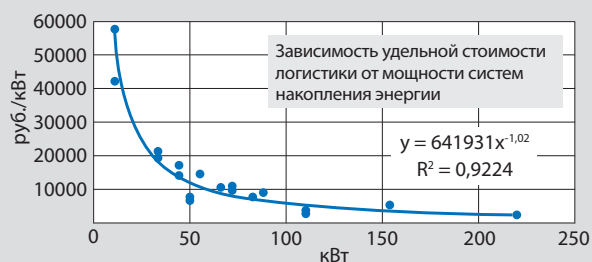
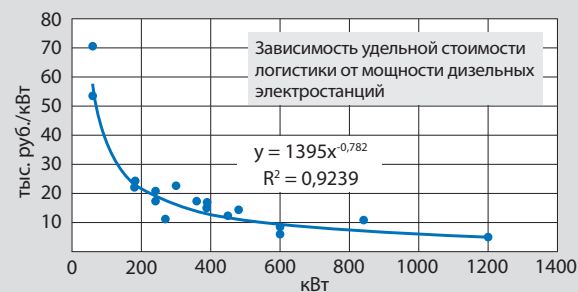
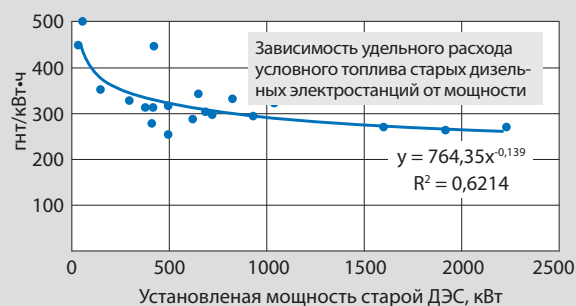
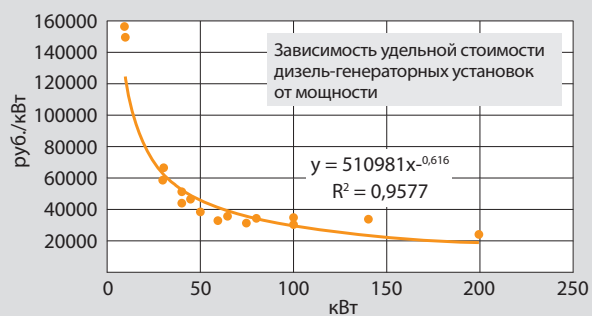
** При реализации мер по повышению энергоэффективности до установки АГЭК, что влияет на оценку необходимой мощности АГЭК.

- Расчеты проведены для средних значений диапазонов цен на дизельное топливо и объемов генерации электроэнергии. Для генерации менее 100 тыс. кВт*ч в расчете использовалось значение 60 тыс. кВт*ч, а для генерации свыше 3 000 тыс. кВт*ч – значение 4 000 тыс. кВт*ч. При наличии исходных данных, которые отличаются от средних значений, результат можно получить на основе интерполяции.
- Бледно-зеленая окраска соответствует простому сроку окупаемости ≤ 5 лет, бледно-желтая – от 5 до 10 лет, бледно-розовая – более 10 лет.
- Искомое значение срока окупаемости определяется на пересечении условий для изолированных систем энергоснабжения, отраженных по горизонтали и вертикали.

Источник: ЦЭНЭФ.ХХІ по данным АНО «Центр «Энерджинет».

Пример калибровки параметров модели ЭКСПРЕСС-ИЗОЛТЕРР по данным ЭНЕРДЖИНЕТ

Для поселений Томской области были оценены отдельные функциональные зависимости модели ЭКСПРЕСС-ИЗОЛТЕРР на базе анализа данных ЭНЕРДЖИНЕТ.



новых дизель-генераторных установок (ДГУ), что снижает удельный расход условного топлива (УРУТ) за счет более гибкого регулирования нагрузки отдельных ДГУ в составе ДЭС. При включении в состав АГЭК СЭС или ВЭС экономия топлива оценивается на основе УРУТ и замещения части выработки на ДГУ генерацией на ВИЭ.

Если меры по экономии электроэнергии у потребителей реализуются до установки ДЭС, это позволяет снизить установленную мощность АГЭК и уменьшить потребность в капитальных вложениях. Если они реализуются параллельно или после ввода АГЭК, то эффект получается только за счет экономии топлива, которая равна производству нового УРУТ для ДЭС в составе АГЭК на объем экономии электроэнергии.

В качестве индикатора для оценки экономической привлекательности программы развития инженерной инфраструктуры для изолированных систем энергоснабжения выбран простой срок окупаемости.

Экспресс-оценка простого срока окупаемости получается как значение, указанное в табл. на пересечении:

- строки, отражающей комбинацию значений трех факторов: цена на дизельное топливо, доля ВИЭ (СЭС или ВЭС) в выработке электроэнергии на АГЭК и доля экономии электроэнергии на объектах потребителей;
- столбца, отражающего комбинацию значений двух факторов: объема генерации электроэнергии в изолированной системе энергоснабжения и последовательности реализации пакетов мер по экономии электроэнергии на объектах ее потребителей и установке АГЭК.

Расчеты проведены для средних значений как диапазонов цен на дизельное топливо, так и диапазонов объемов генерации электроэнергии. Для граничных зон – генерации менее 100 тыс. кВт·ч и более 3 000 тыс. кВт·ч – в расчетах использовались значения 60 тыс. кВт·ч, а для генерации свыше 3 000 тыс. кВт·ч – значение 4 000 тыс. кВт·ч. При наличии исходных данных, которые отличаются от средних значений, результат можно получить на основе интерполяции.

Искомое значение срока окупаемости определяется на пересечении условий для изолированных систем энергоснабжения, отраженных по горизонтали и по вертикали. Все ячейки таблицы окрашены: бледно-зеленая окраска соответствует простому сроку окупаемости, не превышающему 5 лет, бледно-желтая – от 5 до 10 лет, а бледно-розовая – свыше 10 лет.

Многие в школе пользовались таблицами Брадиса для определения значений логарифмов, синусов, тангенсов и др. Предлагаемая таблица – это их близкий аналог. Не требуется делать сложных вычислений, нужно только знать значения нескольких параметров. Очевидно, что для каждого населенного пункта снижение сроков окупаемости можно обеспечить за счет комбинации роста выработки на ВИЭ и повышения энергоэффективности.

Литература

1. Башмаков И. А. Повышение эффективности энергоснабжения в северных регионах России // Энергосбережение. 2017. № 2.
2. Башмаков И. А., Дзедзичек М. Г. Оценка расходов на энергоснабжение в регионах Крайнего Севера // Энергосбережение. 2017. № 4.
3. Башмаков И. А., Борисов К. Б., Дзедзичек М. Г., Лебедев О. В., Лунин А. А. Низкоуглеродные решения для изолированных российских регионов. Ч. 1. Как разморозить «замороженное» время? Ч. 2. Формирование программ как «пазл» из типовых проектов // Энергосбережение. 2017. № 5, № 6. ■