

в резонансной области с учетом гетерогенных эффектов. М., Госатомиздат, 1962. с. 200-222.

10. Кирьянов Д.В. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. – СПб.: БХВ Петербург, 2012. 432 с.: ил.

Да Роза Киеслиш Лукас (Бразилия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научные руководители: Никоненко Елена Леонидовна, к.ф-м.н., доцент,
Володина Дарья Николаевна, к.филол.н., доцент

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОВОЛЬТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БРАЗИЛИИ

В настоящее время фотоэлектрическая энергия становится не только возможной, но и реальной потребностью в мире, учитывая не только экологическую проблему, но и растущий спрос населения.

Этот вопрос актуален для потребителей, ведь после установки фотоэлектрических панелей, по бразильским законам, плата за электроэнергию снижается.

Однако в настоящее время в Бразилии используется лишь часть потенциала фотоэлектрической энергии. Поэтому для иностранных инвесторов этот сектор является перспективным и выгодным.

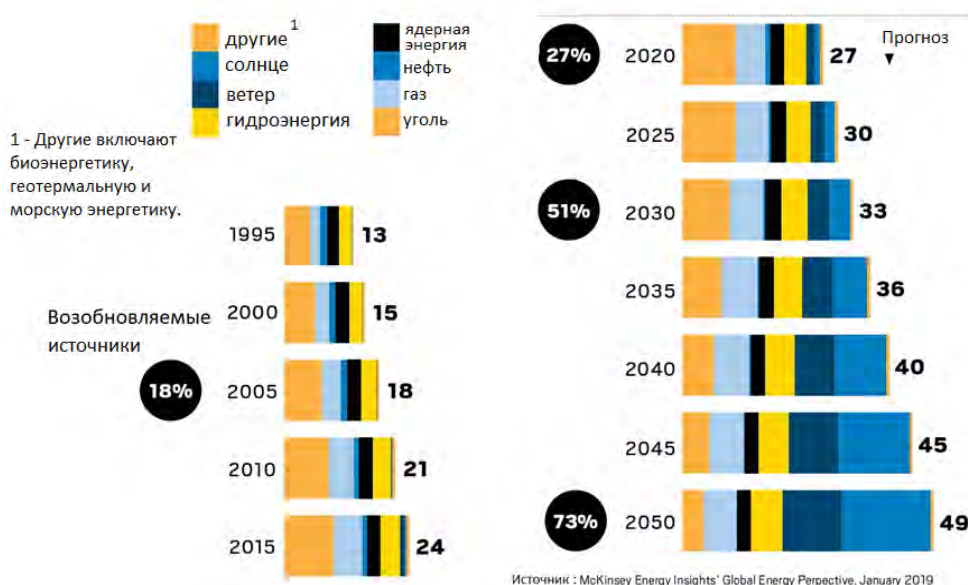


График 1. Перспективы развития сектора солнечной генерации

Бразилия – страна, где у солнечной энергетики огромный потенциал, – значительно отстает от более развитых стран. Например, Германия, несмотря на гораздо меньшую территорию и меньшую ежегодную солнечную активность, много инвестирует в этот сектор. В Германии производится и используется примерно в 20 раз больше фотоэлектрической энергии, чем в тропической солнечной Бразилии.

На рисунке 1 можно увидеть, что в Германии используется 45,5 Гигаватт фотоэлектрической энергии [3, с. 4]. В то время как в Бразилии, которая в 24 раза по площади, используется лишь 2,4 Гигаватт [4, с. 1].

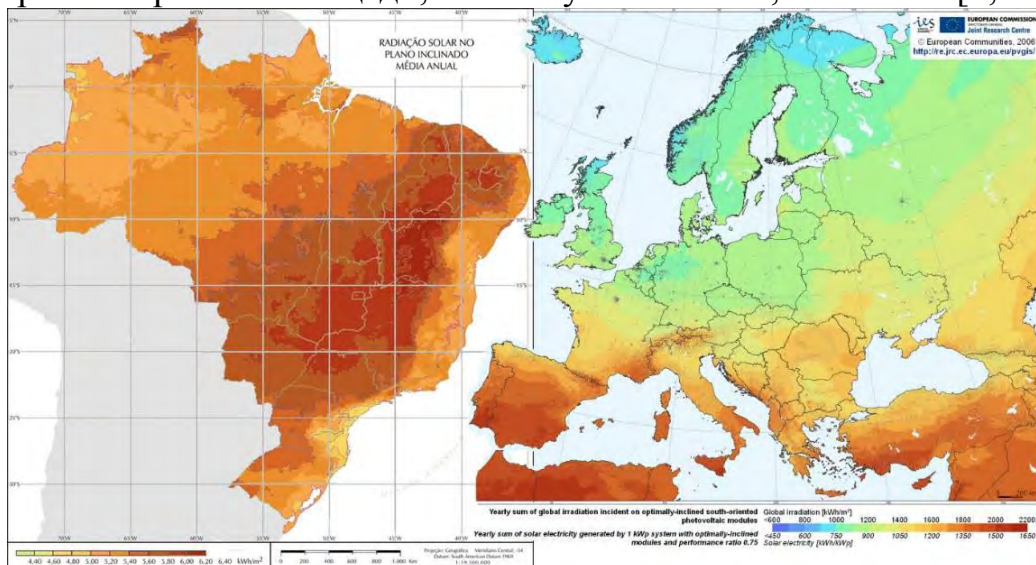


Рис. 1. Количество солнечного излучения в Бразилии и Европе

Солнечная Бразилия

$S - 8\,511\,000 \text{ Км}^2$

$N - 2,4 \text{ ГВ}$

Несолнечная Германия

$S - 357\,386 \text{ Км}^2$

$N - 45,5 \text{ ГВ}$

Целью исследования является разработка алгоритма анализа экономической целесообразности использования фотоэлектрической энергии в Бразилии для дальнейшего её обоснования потенциальным инвесторам.

Для достижения цели была поставлена следующая задача: разработать код, рассчитывающий окупаемость фотоэлектрических панелей с учетом инвестиционной привлекательности на основе следующих параметров: анализ реальных ситуаций, повышение тарифов, уменьшение или снижение НДС, группы потребителей, среднемесячное потребление и среднемесячная выработка.

Для достижения поставленной цели был использован метод математического моделирования с использованием программы Matlab.

Фотоэлектрические системы в жилых домах состоят из приемной пластины, изготовленной из полуметаллических материалов (наиболее используемым из которых является кремний), способных генерировать напряжение постоянного тока при нагревании солнечным светом; далее – из системы, интегрирующей пластину в сеть и подключенной к внешней сети или работающей от аккумулятора.

Исследуемые панели имеют следующие характеристики: производительность – 0,8 (80%); ежегодное сокращение производительности на 1%; стоимость технического обслуживания – не включена в расчеты.



Схема 1. Структура фотоэлектрической системы в жилых домах

Далее представлен пример потребления электроэнергии в городской местности. Анализировалось потребление в течение года.

Потребитель Группы Б (частной), проживающий в городе, платит R\$ 0,49732 за кВт/ч, при этом количество минимального потребления электроэнергии составляет 30 кВт/ч ежемесячно.

Таблица 1

Данные потребления электроэнергии в городе

Мес/г	Стоимость (R\$)	кВт·ч (Потребление)
10/16	116,68	182
11/16	119,13	184
12/16	90,18	138
01/17	119,25	186
02/17	113,21	179
03/17	110,41	170
04/17	129,79	199
05/17	109,27	173
06/17	144,95	219
07/17	155,43	241
08/17	158,39	214
09/17	181,69	230
Годовой итог	1667,56	2315
Среднемесячный расход	138,96	192,91

На графике 2 кривые показывают, что инвестиции конкретного потребителя Группы Б в фотоэлектрическую энергетику могут окупаться быстрее, чем если будут лежать на счёте в банке. Этот рост показывает голубая кривая. Срок окупаемости панелей – 69 месяцев.

Потребитель Группы Б, проживающий в городе, потребляет 202,8 кВт/ч электроэнергии ежемесячно при установке 4-х панелей по 320 Вт. При этом стартовые инвестиции составляют R\$9000,00 и срок окупаемости панелей – 5,75 лет или 69 месяцев.

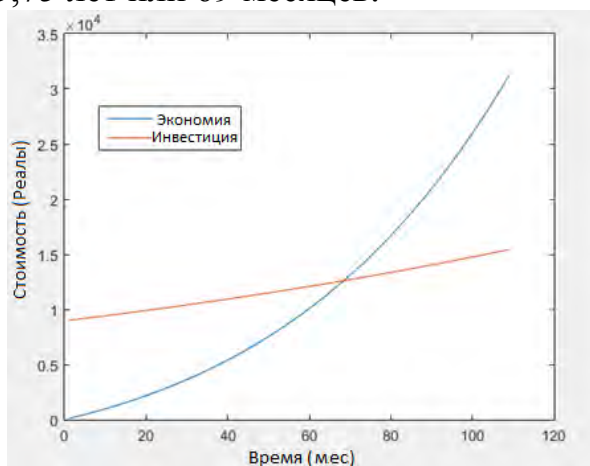


График 2. Данные потребления электроэнергии в городе

Аналогичный расчет был выполнен для сельской местности, где используется другой множитель стоимости.

Потребитель Группы Б (частной), проживающий в пригороде, платит R\$ 0,34813 за кВт/ч, при этом количество минимального потребления электроэнергии составляет 30 кВт/ч ежемесячно.

Таблица 2

Данные потребления электроэнергии в пригороде

Мес/г	Стоимость (R\$)	кВт·ч (Потребление)
10/16	96,17	237
11/16	93,52	224
12/16	101,49	239
01/17	126,28	302
02/17	105,91	256
03/17	105,07	252
04/17	117,75	262
05/17	88,31	216
06/17	79,90	193
07/17	89,20	215
08/17	89,86	197
09/17	112,08	213
Годовой итог	1 205,54	2 806
Среднемесячный расход	100,46	233,83

В этом случае результаты показали более длительный возврат инвестиций. Это можно считать неплохим результатом с учётом того, что срок службы низкокачественного оборудования составляет 20-25 лет.

Потребитель Группы Б, проживающий в пригороде, потребляет 256,56 кВт/ч электроэнергии ежемесячно при установке 6-и панелей по 270 Вт. При этом стартовые инвестиции составляют R\$ 12000,00 и срок окупаемости панелей – 6,75 лет или 81 месяц.

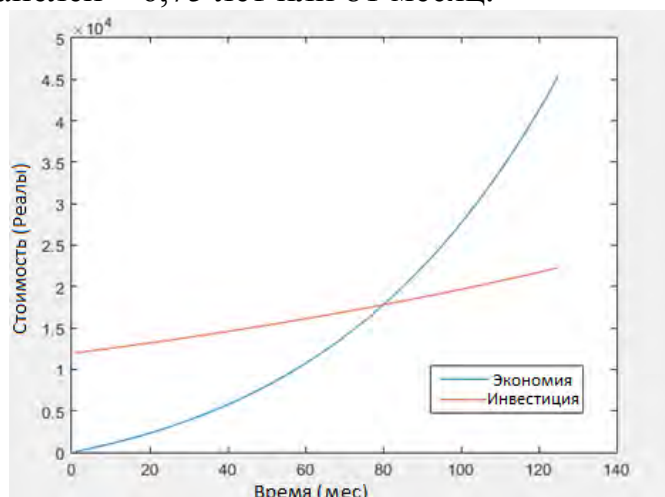


График 3. Данные потребления электроэнергии в пригороде

В результате исследования произведены следующие расчёты для потенциальных инвесторов:

– определён алгоритм расчета экономической целесообразности использования солнечных панелей;

– разработана программа для расчета экономической целесообразности.

Определены вопросы для дальнейшего исследования, а именно:

– каково увеличение потребления энергии после установки фотоэлектрических панелей;

– как фотоэлектрические панели, подключенные к сети, влияют на качество энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Global Energy Perspective 2019 // URL: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2019> (дата обращения 14.11.2019).
2. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) // URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> (дата обращения 22.11.2019).
3. Burger B. Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2018. [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/Stromerzeugung_2018_3.pdf (дата обращения: 25.01.2020).
4. Energia solar vai gerar mais de 120 mil empregos no Brasil em 2020, projeta ABSOLAR // URL: http://www.absolar.org.br/deixeasolarcrescer/wp-content/uploads/2019/12/o_hvQK.pdf (дата обращения: 14.01.2020)

Дос Сантос Феррейра Жуниор Флавио (Бразилия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Крауиньш Петр Янович, д.т.н., профессор

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИВОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПЛАНЕТАРНОГО РЕДУКТОРА

Планетарные редукторы широко используются в современной промышленности благодаря их превосходным характеристикам, таким как длительный и надежный срок службы, широкий диапазон возможных передаточных чисел, чрезвычайно надежная работа в условиях динами-