

ГОРОДСКОЙ ОКРУГ ДОМОДЕДОВО

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВОСТРЯКОВСКИЙ ЛИЦЕЙ №1**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ**

**Исследовательский проект на тему:
«РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ЗЕЛЁНЫХ
БИОКОМПОНЕНТОВ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА»**

Исполнитель проекта:

ученик 11 «Б» класса
Батурин Артём Романович

Научный руководитель:

учитель биологии
Шинкаренко Елена Николаевна

Подольск, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1.ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ БИОКОМПОНЕНТОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ	6
1.1. Мировая солнечная энергетика.....	6
1.2. Проблемы энергетики Московского региона.....	7
1.3.Солнечная инсоляция территории Московской области	8
ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ЗЕЛЁНЫХ БИОКОМПОНЕНТОВ	9
2.1 Метод суммирования переноса заряда хлорофиллсодержащих клеток в направленный ток	9
2.1.1. Измерение осцилляции сопротивления в листьях Фикуса эластичного (<i>Ficus elastica</i>)	9
2.1.2. Определение экспоненциальной зависимости напряжения от времени воздействия источника постоянного тока в листьях Фикуса эластичного (<i>Ficus elastica</i>).....	10
2.1.3 Выделения компонентов хлоропластов клеток листа Гибискуса китайского (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>) генерирующих электрический ток.....	11
2.2. Экономическая эффективность использования солнечных батарей как основного источника энергии.....	12
2.3.Измерение угла падения солнечных лучей с помощью эклиметра.....	13
2.4 Сравнение технических характеристик модели солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов и кремниевой солнечной батареи TOPRAY Solar370 Wt PERC.....	14
2.5. Моделирование образцов солнечных электробатарей на основе растительных фотоэлектрически активных компонентов для Московского региона.....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	19
ПРИЛОЖЕНИЯ	21-27

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Проблема перехода от традиционных углеводородных источников энергии становится все более актуальной с каждым годом. За последние 150 лет выработка электроэнергии на душу населения возросла более чем в 100 раз. Так как более 70 % потребляемой на Земле электроэнергии производится тепловыми электростанциями за счет сжигания углеводородов, резко возросло содержание углекислого газа в атмосфере. Принятие радикальных мер по изменению структуры производства электроэнергии в пользу альтернативных источников энергии позволит уменьшить количество выделения парниковых газов в атмосферу. Наиболее перспективным источником является солнечная энергетика. В настоящее время она основана на кремниевых солнечных электробатареях, которую нельзя полностью считать экологически чистой, так как, при производстве кремния восстановлением его окисла углеродом тоже выделяется углекислый газ, при этом электроэнергия от современных солнечных батарей в несколько раз дороже электроэнергии от сжигания углеводородов.

25 сентября 2015 года государства – члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития до 2030 года. Были озвучены 17 целей, содержащие ряд показателей, которые должны быть достигнуты в течение 15 лет. Седьмой целью устойчивого развития человечества было обеспечение доступа к недорогостоящим, надёжным, устойчивым и современным источникам энергии для всех.

Поэтому так важно найти новые источники энергии, не связанные с углеводородным или ядерным топливом, более безопасные с экологической точки зрения.

В данной работе мы решили рассмотреть возможность использования биокomпонентов, формирующих перенос электрических зарядов при

фотосинтезе в растениях, для создания новых типов солнечных электробатарей.

Цель: создать модель солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов с применением закона фотоэффекта.

Задачи работы:

1. Изучить научную литературу, доступные методики и теоретические основы данного вопроса
2. Теоретически оценить величину суммарного тока клеток растений.
3. Показать эффективность растительных компонентов по сравнению со стандартными солнечными батареями.
4. Измерить фотоэлектрические характеристики электроактивных растительных компонентов.
5. Создать модель образцов солнечных электробатарей на основе растительных фотоэлектрических активных компонентов для Московского региона с учётом солнечной инсоляции.
6. Проанализировать полученные результаты и сформулировать вывод исследования.

Объекты исследования: растительные фотоэлектрические активные компоненты.

Предмет исследования: генерация электрического тока в процессе фотосинтеза в растительных фотоэлектрических активных компонентах.

Приборы, задействованные в работе: мультиметр, лазер красного цвета, источник постоянного тока «Марс», цифровой микроскоп Levenhuk D320L BASE.

Гипотеза: растения превращают солнечную энергию, значительно эффективнее, чем любой искусственный солнечный элемент;

относительно простая солнечная батарея на основе биокomпонентов, собирающая солнечный свет, в принципе может преобразовывать солнечные лучи в электричество очень эффективно.

Материалы исследования:

1. Законодательные документы. Источником полезной информации по вопросам, связанным с возможным глобальным и региональным изменением климата и его последствиям, послужило Распоряжение Президента Российской Федерации от 17 декабря 2009 г. № 861-рп «О климатической доктрине Российской Федерации».
2. Научные статьи. Многие фундаментальные и прикладные исследования в области использования альтернативных источников энергии, в частности солнечной энергетики представлены в научных статьях. Именно поэтому данная группа источников стала основополагающей в этой работе.
3. Web-сайты. В ходе проведения исследования было получено немало информации с различных web-сайтов, где изложена ясность и информационная открытость в области солнечной энергетики необходимая на всех уровнях и для всех субъектов.

Методы исследования: теоретические - изучение, анализ, сравнение, обобщение литературы; эмпирические - измерение, наблюдение, моделирование, обработка результатов.

Научная новизна работы: Расчетным путем, компьютерным моделированием и в результате проведенных экспериментов установлено, что растения превращают солнечную энергию сверхэффективно. Мы можем использовать фотосинтез для улучшения солнечных батарей.

Экспериментально замерен угол падения солнечных лучей и построен график, который показывает изменения высоты Солнца в каждом месяце конкретного промежутка времени.

Практическая значимость: Разработана модели солнечной батареи, на основе обобщения известных математических описаний солнечных батарей, с учётом солнечной радиации, температуры окружающей среды и позволяющая рассчитывать площадь солнечной батареи, максимальную мощность и КПД для Московского региона

ГЛАВА 1. ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ БИОКОМПОНЕНТОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

1.1. Мировая солнечная энергетика

В 2021 году доля солнечной генерации электроэнергии от общей электрогенерации во всем мире превысила 3.7% по данным исследования Global Electricity Review.⁴ Это говорит о том, что в наше время актуальна тенденция перехода на альтернативные источники энергии. Они становятся более значимыми и весомыми конкурентами на рынке энергетики.^[3]

Аналитики и ученые всего мира прогнозируют большое будущее отрасли солнечной энергетики и быстрое развитие ее в ближайшем будущем. Так, Solar Power Europe прогнозирует, что к 2023 году, в лучшем случае, общая мощность солнечных батарей по всему миру составит 1610ГВт⁵, что втрое больше показателей этого параметра за 2019 год.^[8] Это еще раз показывает масштабы и темп развития солнечной энергетики, как альтернативных источников энергии.

В настоящее время Россия находится на 34 месте в мире по суммарной мощности солнечных батарей на территории страны, и хоть сейчас это довольно скромные и не сопоставимые со странами из Европы или Азии, где уже многие страны давно и усиленно развивают эту отрасль, показатели, за солнечной энергией будущее и эту отрасль нужно развивать.

1.2. Проблемы энергетики Московского региона

Московский регион по объёмам промышленного производства занимает одну из лидирующих позиций. Энергетическая система Подмосковья обеспечивает производство, транспортировку, сбыт электрической и тепловой энергии. Население Московской области составляет 7,769 млн человек. До настоящего времени потребность Московской области в электрической мощности возрастала пропорционально численности населения, находясь на уровне около 1 кВт/чел., но в случае предполагаемого роста промышленности прогнозируется существенное увеличение этого показателя.

Энергетику Подмосковья отличает ряд особенностей:

- высокий уровень концентрации генерирующих мощностей на небольших территориях;
- экологическая политика, направленная на жёсткое соблюдение действующих норм и правил;
- преимущество тепловых электростанций в общей структуре генерирующих мощностей – их более 80%.

К началу 2022 года на территории региона находилось в эксплуатации 25 электростанций: 13 тепловых; 11 гидроэлектростанций небольшой мощности; 1 гидроаккумулирующая станция – Загорская ГАЭС. К 2021 году Подмосковье добилось значительных успехов в деле освоения альтернативных источников энергии: в номинации «Лидер биоэнергетики России» было занято 3-е место среди субъектов РФ; в номинации «Самый индустриальный регион ВИЭ» – 4-е место. Сегодняшние вызовы и риски заставляют искать новые подходы для развития энергетической инфраструктуры российских регионов. Необходимо найти такие варианты, при которых энергетика не являлась бы тормозом социально-экономического развития, ограничивая его как технически, так и экономически.

1.3. Солнечная инсоляция территории Московской области

Солнечная инсоляция - это величина, определяющая количество облучения поверхности пучком солнечных лучей (даже отраженных или рассеянных облаками). Под поверхностью может пониматься и солнечная панель, при расчетах выработки которой используется величина солнечной инсоляции. [2] (Приложение 6)

За год территория получает около 90 ккал/см² суммарной солнечной радиации, из которых 40% составляет рассеянная радиация. Поток солнечной радиации у поверхности земли составляет 87 ккал/см² в год. Солнце в течение года светит 1568 час. Длина дня летом достигает 15-17час. При этом суммарная величина температур вегетационного периода (10⁰С) составляет 2050⁰С). [1]

Совершенно ясных дней -17%, совершенно пасмурных-32%. Ясные дни чаще всего стоят в апреле, пасмурные в- в ноябре. Самый тёплый месяц в области – июль. Его среднемесячная температура изменяется с северо-запада юго-восток от +17⁰С до +18,5 ⁰С. Температура самого холодного месяца- января на западе области составляет- -10 ⁰ С, на востоке- -11 ⁰С. Годовая амплитуда среднемесячной температуры -27-28,5С. Колебания средней месячной температуры гораздо больше зимой, чем летом. Так, зимние температуры могут отклоняться от средней на 8-10⁰ С, а летние только на 4-5⁰С. Температура в июле в среднем составляет +17⁰...+18⁰С. Сухой и теплый воздух, поступающий из южных регионов страны, способен поднять столбики термометров до +23С ...+25С. Летом жаркие дни также не редкость, иногда в июле неделями стоит температура выше +30С. Максимумы летних температур +38С -40,5С. Однако такие высокие и низкие температуры наблюдаются очень

редко- менее чем в 5%лет.В 90% лет абсолютный минимум -27С-30С, а абсолютный максимум +29С-32С.¹

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ЗЕЛЁНЫХ БИОКОМПОНЕНТОВ

2.1 Метод суммирования переноса заряда хлорофиллсодержащих клеток в направленный ток

2.1.1. Измерение осцилляции сопротивления в листьях Фикуса эластичного (*Ficus elastica*)

Оборудование: лист фикуса, мультиметр, зажимы для клеммов, лазерная указка, соединительные провода.(Приложение 1)

Задание. Определить будет ли накапливать и отдавать энергию лист, при воздействии на него фотонов.

Содержание и метод выполнения работы:

По гипотезе эксперимента: попадающие на лист фотоны света будут вырабатывать в нем энергию и напряжение, которые после прекращения воздействия он будет отдавать.

Ход работы.

1. К листу фикуса подсоединяем через зажимы мультиметр и полученную конструкцию кладем на стол, исключая попадание лишних источников света на лист.
2. Берем лазерную указку красного цвета, т.к. красный свет хорошо поглощается зеленым листом и светим на лист на протяжении нескольких минут.

¹ Балакин В.А., Комиссаров К.Г., Кузнецов К.Ю., Миронова О.Н., Гришичев Н.Н., Комарова В.Н., Шулакова Т.В., Малинникова Н.А. Экологический атлас городского округа Домодедово.- Раменский экологический центр,2015 г. с.13

3. После нескольких минут прекращаем подачу фотонов на лист и фиксируем изменения показаний мультиметра. Мы зафиксировали изменения сопротивления до 4.8 МОм

4. Воздействовали на лист лазером в течение 90 секунд, заметных изменений сопротивления не наблюдалось, но после прекращения освещения происходят осцилляции сопротивления.

5. От минимального в 2,8МОма до максимального в 27,4МОм, при последующем их затухании на отметке 8,4МОм. Эксперимент был проведен неоднократно с изменением времени освещения лазером листа. Удалось зафиксировать, что после увеличения времени воздействия с 90с изменений в осцилляциях сопротивления не было.

Вывод: выдвинутая гипотеза подтвердилась и лист действительно вырабатывает энергию и напряжение внутри себя и после прекращения воздействия на него эту энергию отдает вместе со скачками сопротивления.

2.1.2. Определение экспоненциальной зависимости напряжения от времени воздействия источника постоянного тока в листьях Фикуса эластичного (*Ficus elastica*) (Приложение 2)

Оборудование: лист фикуса, источник тока с постоянным напряжением, соединительные провода, мультиметр.

Задание. Определить накопительные свойства листа фикуса.

Содержание и метод выполнения работы:

По гипотезе: лист фикуса должен накопить энергию тока, поступающего к нему от источника тока и после прекращения передачи тока, начать его отдавать.

Ход работы:

1. Собираем установку из листа фикуса, источника тока и мультиметра.
2. Подсоединив к листу мультиметр и источник ждем 15-20 минут и после этого отсоединяем источник тока.
3. Фиксируем изменения показателей мультиметра.
4. Лист сначала подключают к источнику с помощью зажимных контактов, затем включают источник тока с выходной разностью потенциалов 7 вольт, через 80с выключаем источник и подключаем к вольтметру. Видим спад напряжения на листе, график зависимости напряжения от времени представляет экспоненциальную зависимость.

Вывод: выдвинутая нами гипотеза подтвердилась, лист фикуса, подобно кремниевой солнечной батарее способен накапливать в себе энергию и после прекращения воздействия на него отдавать ее, помимо того, зависимость времени получения листом энергии от вырабатываемого напряжения экспонентальна. Лист может запасать заряд, то есть в дальнейшем его можно использовать в качестве конденсатора.

2.1.3 Выделения компонентов хлоропластов клеток листа Гибискуса китайского (*Hibiscus rosa-sinensis*) генерирующих электрический ток

Оборудование: лист Гибискуса китайского, канцелярский нож, электронный микроскоп, предметное стекло, дистиллированная вода, два проводника (катод и анод), источник тока, соединительные провода. (Приложение 3)

Задание. Сориентировать клетки листа, содержащие в себе хлорофилл в одно место при помощи реакции электролиза.

Содержание и метод выполнения работы:

Согласно выдвинутой гипотезе, при помощи тока, проходящего сквозь соскоб верхних слоев листа Гибискуса китайского мы сможем отделить клетки содержащие в себе хлорофилл от других.

Ход работы:

1. Сначала мы при помощи канцелярского ножа сняли соскоб верхних слоев листа Гибискуса китайского и расположили его на предметно стекле.
2. После этого подключили проводники к источнику тока.
3. На предметное стекло мы капнули две капли дистиллированной воды и поднесли проводники к соскобу, так, чтобы расстояние между ними было примерно равно 1 см, а соскоб находился между ними.
4. Спустя время мы начали наблюдать образование пузырьков на катоде-это была реакция электролиза.
5. Спустя 30 минут эксперимента, при постоянном добавлении дистиллированной воды, мы отключили источник тока и наблюдали линейные частицы возле анода.

Вывод: наша гипотеза подтвердилась и с помощью пропускания электрического тока через соскоб верхних слоев листа китайской розы мы смогли отделить линейные структуры, содержащие в себе хлорофилл.

2.2. Экономическая эффективность использования солнечных батарей как основного источника энергии. [4]

Задание. Определить через сколько окупится использование кремниевой солнечной батареи, как основного источника энергии.

Ход работы:

1. Для расчетов нужны такие данные как: среднее потребление электроэнергии за месяц, стоимость 1 Квт*ч энергии, средняя продолжительность светового дня, мощность солнечной батареи.
2. Мы взяли показатели солнечной батареи TOPRAY Solar 370Wt PERC как пример для расчета.

3.С помощью счетов за электричество я выяснил, что трачу примерно 100 КВт*ч энергии в месяц или 3.3 Квт*ч энергии в день.

4.Затем, при рассчитав среднюю продолжительность светового дня на территории Московской области, а именно 7 часов, я рассчитал энергию, которую солнечная батарея будет выделять в день по формуле $W=P*t=370\text{Вт}*7\text{ч}=2.59\text{КВт*ч}$ энергии в день.

5.Затем вычислим количество энергии, которого будет не хватать на полное обеспечение потребления электроэнергии. $W=W_2-W_1=3.3\text{КВт*ч}-2.6\text{КВт*ч}=0.7\text{КВт*ч}= 84$ рубля в месяц.

6.Затем вычислим экономию денежных средств на счетах за электричество и на нее разделим стоимость батареи. $400\text{руб}-84\text{руб}=316\text{руб}$ экономим в месяц= 3792 руб экономим в год. $16000\text{руб}-\text{стоимость батареи}$ делим на 3792руб экономии в год и получаем, что батарея окупит себя за 4.2 года. Исключаем поломки батареи, т.к. на нее действует гарантия 5 лет.

Вывод: использование солнечной батареи не только экологически безопаснее, но и выгоднее экономически.

2.3. Измерение угла падения солнечных лучей с помощью эклиметра

Мы решили проследить, как изменятся угол падения солнечных лучей в течение года на широте нашей местности. Изготовили эклиметр и проводили измерения в солнечные дни с сентября по март 2020-2021 г.

☐ мы провели наблюдения за высотой Солнца на 56 параллели.

☐ был замерен угол падения солнечных лучей с сентября по март года и построен график, который показывает изменения высоты Солнца в каждом месяце данного промежутка времени.

Результаты: результаты измерения угла падения солнечных лучей, а также график изменения этого угла предоставлены в (Приложение 5)

2.4 Сравнение технических характеристик модели солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов и кремниевой солнечной батареи TOPRAY Solar 370Wt PERC. [5]

Задание. Выяснить, какую из батарей будет выгоднее использовать, сравнив их технические показатели и примерные стоимости.

Ход работы:

1. Для начала мы сравнили показатели КПД этих двух батарей и выяснили, что вдвое эффективнее будет работать батарея на основе биокomпонентов, т.к. процессы при которых в ней вырабатывается электричество более совершенны, нежели процессы, происходящие в кремниевой солнечной батарее. КПД солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов равна примерно 25%, в то время как КПД солнечной батареи TOPRAY Solar 370Wt PERC равняется лишь 12%.
2. После того, как мы выяснили разницу в эффективности у этих двух батарей, мы решили сравнить, какая из них выгоднее в производстве. Пока неизвестна точная сумма, необходимая для производства солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов, но точно известно, что если наладить их производство, то оно будет гораздо дешевле, чем производство солнечных батарей из кремния. Также при создании солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов, вреда природе наносится значительно меньше, чем при создании батарей из кремния.

Вывод: таким образом, сравнив эти две солнечные батареи по техническим характеристикам и затратам на производство, мы выяснили, что по всем факторам, своих конкурентов обходит солнечная батарея на основе зеленых биокomпонентов, а при налаживании производства, она и вовсе сможет составить полноценную конкуренцию другим источникам альтернативной энергетики.

2.5. Моделирование образцов солнечных электробатарей на основе растительных фотоэлектрически активных компонентов для Московского региона (Приложение 4)

Задание. Пользуясь законами фотоэффекта, создать 3Д-модель солнечной батареи на основе зеленых биокомпонентов. [7]

Ход работы:

1. Законы фотоэффекта гласят, что вырабатываемый фототок зависит только от частоты поступающего света и типа металла (в нашем случае активных биокомпонентов), на основе этого принципа мы создали 3Д-модель солнечной батареи, основанной на биокомпонентах и явлении фотосинтеза.
2. Зелеными биокомпонентами в нашем случае являлись хлорофиллосодержащие клетки листа Гибискуса китайского (*Hibiscus rosa-sinensis*), отделенные от других клеток в эксперименте 2.2.1. *Выделения компонентов хлоропластов клеток листа Гибискуса китайского (Hibiscus rosa-sinensis) генерирующих электрический ток.*
3. Перед нами встала проблема того, что в реальных условиях органические вещества, подобные хлорофиллосодержащим клеткам соскоба листа гибискуса не долговечны и быстро могут испортиться, поэтому следует хранить эти клетки в специальной среде созданной на основе искусственных пептидов, которые собой представляют подобие клеточной мембраны, что позволяет растительным клеткам значительно увеличить срок своей жизнеспособности.
4. Таким образом, исходя из представленных выше суждений, мы создали 3Д-модель солнечной батареи на основе зеленых биокомпонентов. Она состоит из стекла, на который нанесен очень тонкий оксид индия, являющийся прозрачным электродом, фотосинтетических белков (хлорофиллосодержащих клеток) в пептидной оболочке, слоя

органического полупроводника и серебряного электрода. 3Д-модель батареи и схема ее строения предоставлены в приложении.

5. Принцип работы батареи: фотон света проходя сквозь описанную выше установку попадает на мембраны тилакоидов, тем самым приводя в возбужденное состояние молекулу хлорофилла, она в свою очередь вырабатывает электроны, которые поступают по проводникам к напряжению. Также по закону фотоэффекта, чем выше интенсивность у света, тем больше электронов будет вырабатываться.

Вывод: таким образом, исходя из проведенных опытов и полученных результатов, мы смогли создать 3Д-модель солнечной батареи на основе хлорофиллосодержащих клеток листа Гибискуса китайского (*Hibiscus rosa-sinensis*). Эта батарея, если ее создать с помощью современных технологий, сможет заменить ее аналог, созданный из кремния, т.к. является намного более экологичной, менее затратной в производстве и более эффективной, т.к. у процесса фотосинтеза, применяемого в работе данной батареи, КПД(25%) вдвое больше, чем у кремниевой(12%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная исследовательская работа показывает, что в настоящее время идея использования биокomпонентов, формирующих перенос электрических зарядов при фотосинтезе в растениях, для создания новых типов солнечных электробатарей актуальна по нескольким причинам:

- 1.Естественный отбор, действующий в природе на протяжении многих тысячелетий, приблизил процесс генерации переноса электрических зарядов к оптимальному.
- 2.Экологическая безвредность процесса выработки электроэнергии исключительно на природных элементах без использования какого – либо искусственного синтеза весьма привлекательна.

3.Формирование соответствующих технических устройств не потребует применения высокотемпературных или высоковакуумных систем, а также большого количества дорогих исходных материалов и поэтому окажется по себестоимости существенно выгоднее по сравнению и с кремниевыми солнечными батареями, и с тепловыми углеводородными электрогенераторами.

В ходе работы были полученные следующие результаты:

1.Проанализировав материалы научной литературы по теме использования альтернативных источников энергии, в частности солнечной энергетики , выяснили, что растения превращают солнечную энергию, значительно эффективнее, чем любой искусственный солнечный элемент.

2.Применение прибора эклиметра позволило измерить угол падения солнечных лучей и уровень солнечной инсоляции территории Московского региона.

3. Методом суммирования переноса заряда хлорофиллсодержащих клеток в направленный ток теоретически оценена величина суммарного тока от всех клеток такого рода.

4. Результаты проведенного эксперимента по измерению осцилляции сопротивления в листьях Фикуса эластичного подтверждают, что лист действительно вырабатывает энергию и напряжение внутри себя.

5.Эксперимент по определению экспоненциальной зависимости напряжения от времени воздействия источником постоянного тока в листьях Фикуса эластичного, показал, что лист может запасать заряд, то есть в дальнейшем его можно использовать в качестве конденсатора.

6. При помощи реакции электролиза удалось сориентировать клетки листа, содержащие в себе хлорофилл в одном направлении.

7. Произведены расчёты экономической эффективности использования солнечных батарей как основного источника энергии
8. Создана 3D-модель солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов в компьютерной программе SketchUp.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что выдвинутая гипотеза о том, что растения превращают солнечную энергию, значительно эффективнее, чем любой искусственный солнечный элемент; подтвердилась полностью.

В рамках данной исследовательской работы я предлагаю выполнить следующие мероприятия: осведомить население Московского региона о возможности хотя бы частичного перехода на альтернативные источники энергии, осветить результаты данной работы на научных конференциях, продолжать развитие проекта и возможно искать инвестиции в развитие модели.

В будущем я планирую создать собственную действующую модель солнечной батареи, при необходимых условиях это вполне возможно. Также при усовершенствовании технологий разработки солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов она вполне сможет составлять конкуренцию кремниевым солнечным батареям и при инвестициях выходить на рынок альтернативной энергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Законодательные документы

1. Распоряжение Президента Российской Федерации от 17 декабря 2009 г. № 861-рп «О климатической доктрине Российской Федерации». [Электронный ресурс] Режим доступа

2. Научные статьи

1. Балакин В.А., Комиссаров К.Г., Кузнецов К.Ю., Миронова О.Н., Гришичев Н.Н., Комарова В.Н., Шулакова Т.В., Малинникова Н.А. Экологический атлас городского округа Домодедово.- Раменский экологический центр, 2015 г. с.12-с.42

2. Л. П. Майорова Учебное пособие к практическим занятиям по курсу «Экология» для студентов направления 18.03.02 Хабаровск, 2017- 32-43 с.

3. Н.В. Харченко «Индивидуальные солнечные установки» Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1991 г. 170-195 с.

4. Н.Герасименко, Ю. Пархоменко «Кремний – материал нанoeлектроники» Москва: Техносфера, 2007. 23-68 с.

5. Н.М. Чернова, А.М. Былова « Общая экология» Учебник по курсу общей экологии предназначен для студентов биологических факультетов педвузов Издательство: Дрофа Год: 2004 Страниц: 416

6. П.Р. Сабади, пер. с англ. Н.Б.Гладковой «Солнечный дом» Изд. Стройиздат, Москва, 1981 г. 46-59 с.

7. Чопра К., Дас С. «Тонкопленочные солнечные элементы» Перевод с английского с сокращениями. – Москва: Мир, 1986. 37-46 с.

7. Volker Quaschnig. «Understanding Renewable Energy Systems» Изд. Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 2005 г. 51-68 с.

3. Web-сайты

1. <https://www.betaenergy.ru/insolation/moskva-mo/>
2. <http://www.mobipower.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=474>
3. <https://nplus1.ru/material/2018/05/17/green-energy>
4. <https://www.facte.eu/energiya-solnca/fotosintez-v-solnechnykh-batareyakh>
5. <https://profil.mos.ru/ntek/proekty/poluchenie-ekologicheskii-chistykh-solnechnykh-batarej-na-osnove-prirodnikh-pigmentov>
6. <http://www.e-boiler.ru/colnechnyi-svet>

ПРИЛОЖЕНИЕ1. Измерение осцилляции сопротивления в листьях Фикуса эластичного (*Ficus elastica*)

1.1 Зарядка листа фикуса фотонами.

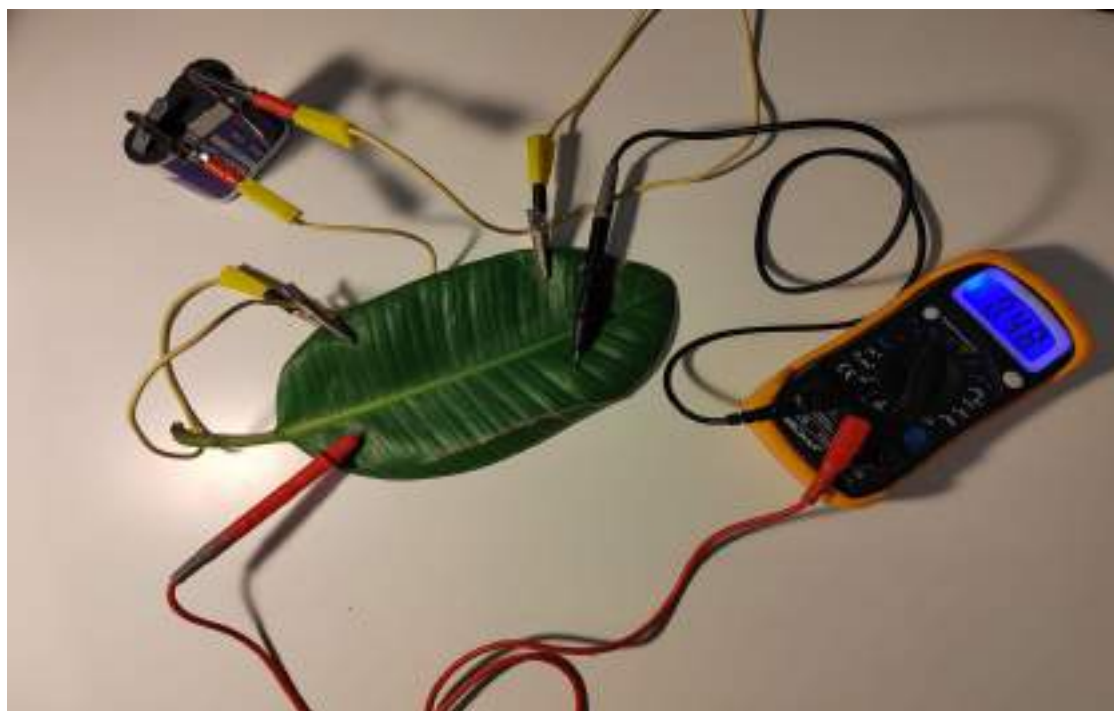


1.2. Фиксация изменений показаний мультиметра, после окончания передачи фотонов листу фикуса.

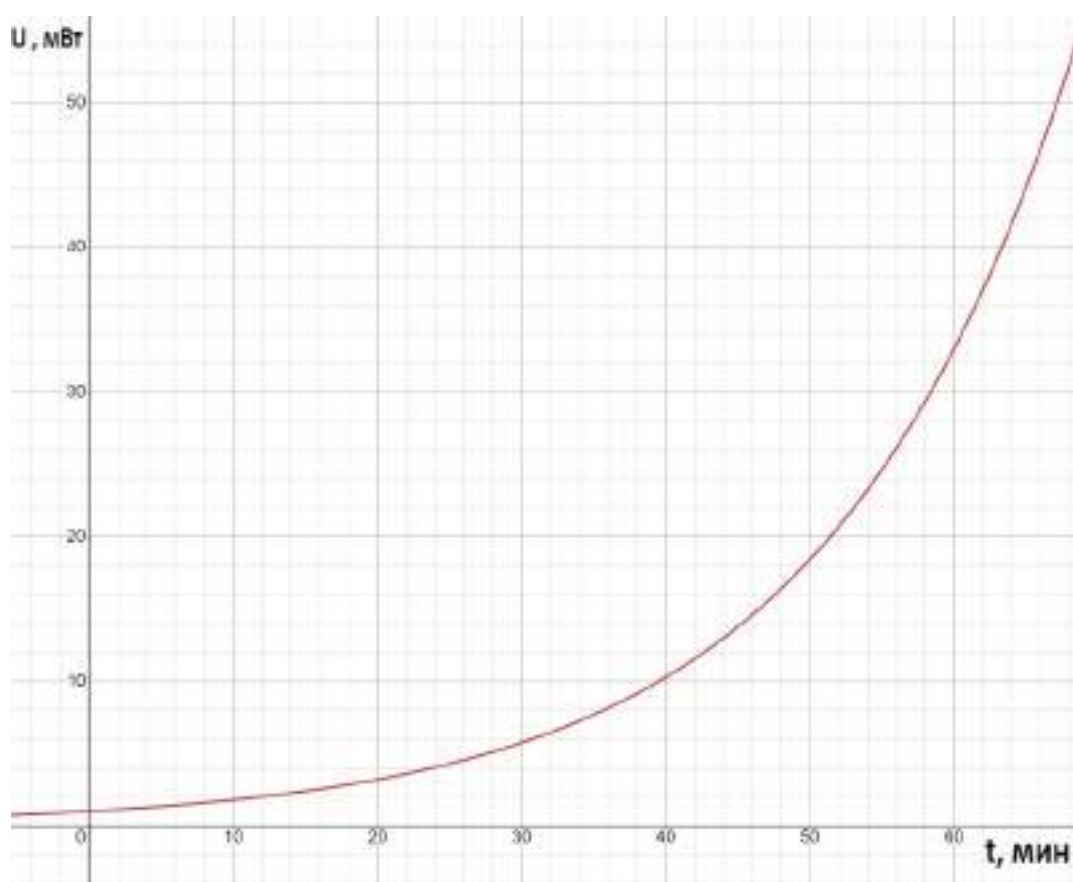


ПРИЛОЖЕНИЕ2

2. Эксперимент по выявлению способности листа накапливать заряд и передавать его.



2.1. График зависимости напряжения U (мВ) от времени t (мин)



ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Эксперимент по ориентации клеток листа.

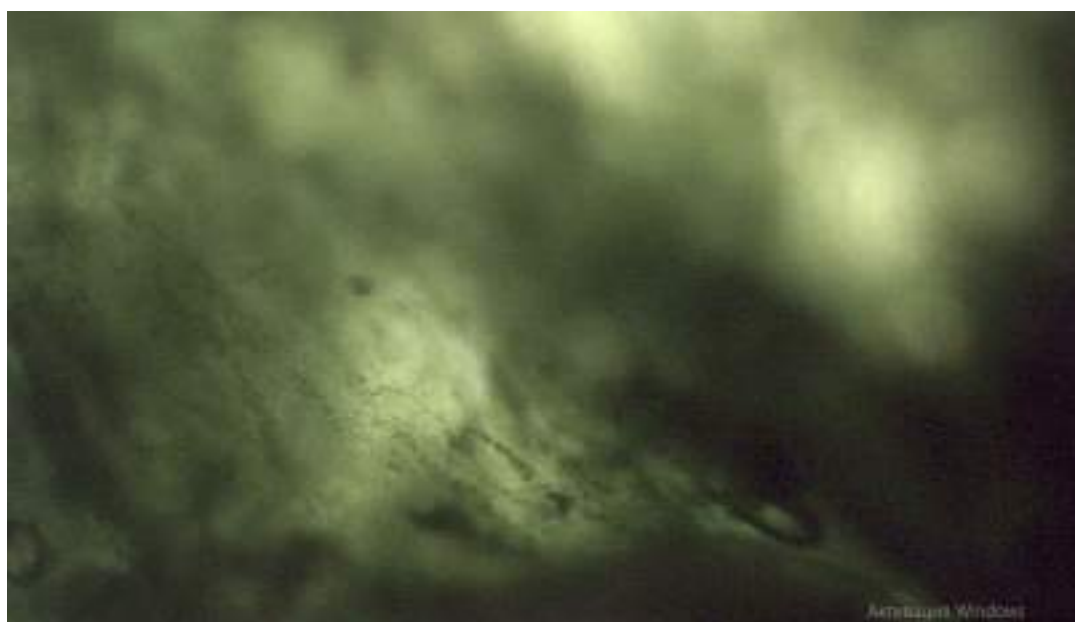
2.2. Оборудование, необходимое для проведения эксперимента.



2.3. Образование пузырьков на катоде в результате реакции электролиза.

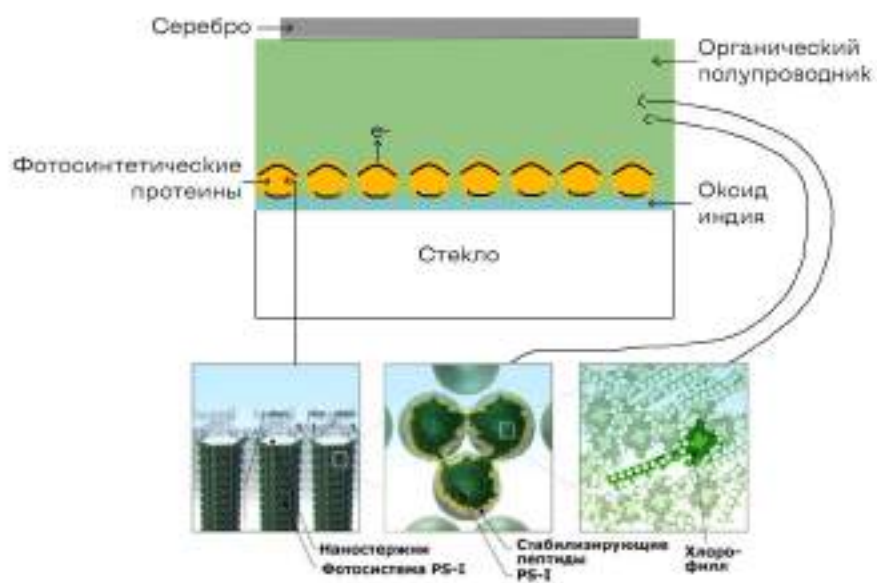


2.4. Образование линейных структур около анода.



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Создание 3D-модели солнечной батареи на основе зеленых биокomпонентов.



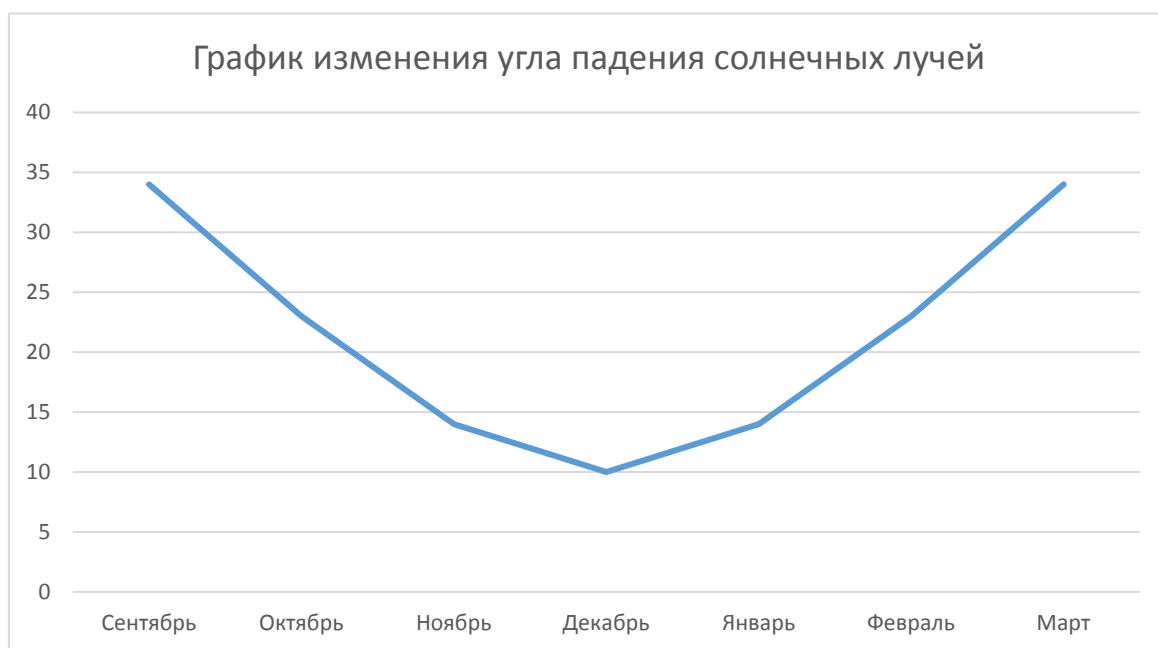
ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица угла падения солнечных лучей с Сентября 2020 года, по Март 2021 года:

Высота Солнца над горизонтом

Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
34°	23°	14°	10°	14°	23°	34°

Приложение 2.2. График изменения угла падения солнечных лучей с Сентября 2020 года, по Март 2021 года:



ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Таблица Солнечной инсоляции Московского региона

	Солнечная инсоляция, кВт*ч/м ²	Оптимальный угол наклона, °
Январь	1,64	72
Февраль	2,67	63
Март	3,77	50
Апрель	4,38	34
Май	5,67	20
Июнь	5,55	11
Июль	5,51	17
Август	4,79	29
Сентябрь	3,35	43
Октябрь	2,36	58
Ноябрь	1,66	69
Декабрь	1,40	75
Среднее за год	3,57	45

Приложение 3.2. График изменения уровня солнечной инсоляции

