

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К. И. Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Ахтанов Асхат Омирзакович

Тема: Разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции  
мощностью 2,0 кВт

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К. И. Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой ЭТ и КТ

канд. техн. наук

Е. Таштай

“ 20.05 ”  2022 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции  
мощностью 2,0 кВт»

по специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил

Ахтанов Асхат Омирзакович

Рецензент

Доктор PhD, зав. кафедры

*(ученая степень, звание)*

 Шыныбай Ж. С.

*подпись* Ф.И.О.

“ 20 ” 05 2022 г.

Научный руководитель

Док. тех. наук, профессор

*(ученая степень, звание)*

 Исембергенов Н. Т.

*подпись* Ф.И.О.

“ 20 ” мая 20 22 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космические технологии»

5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ЭТ и КТ  
канд. техн. наук  
Е. Таштай  
“ 20 ” мая 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающемуся Ахтанов Асхат Омирзакович

Тема Разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции  
мощностью 2,0 кВт

Утверждена приказом Ректора Университета № 405 от “ 24 ” 05 2022 г.

Срок сдачи законченной работы “ 20 ” мая 2022 г.

Исходные данные к дипломной работе: Адаптированный инвертор,  
транзисторы, солнечная электростанция; схемы коммутации; программа  
моделирования MATLAB / Simulink

Краткое содержание дипломной работы:

- а) *Цель – Разработка и исследование адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт*
- б) *Анализ перспективных адаптированных транзисторных инверторов:*
  - 1) Обзор литературы адаптированных транзисторных инверторов,
  - 2) расчет и выбор мощности и параметров солнечных панели.
  - 3) расчет и выбор транзисторов инвертора и трансформатора.
- в) *Разработка компонентов адаптированных солнечных инверторов мощностью 2 кВт*
  - 1) Разработка схемы соединения солнечных панелей мощностью 2 кВт,
  - 2) Разработка схемы соединения транзисторного ключа с инвертором,
  - 3) Расчет времени коммутации транзисторного ключа, адаптированного инвертора.

г) выбор компонентов адаптированного транзисторного инвертора для солнечной электростанции мощностью 2 кВт.

1) Расчет мощности солнечной электростанции адаптированным инвертором мощностью 2 кВт,

2) Анализ совместной работы транзисторного инвертора с солнечной электростанцией мощностью 2 кВт,

3) Исследование работы адаптированного инвертора и солнечной электростанции на автономную нагрузку,

д) Моделирования работы адаптированного инвертора и солнечной электростанции на автономную нагрузку на MATLAB / Simulink

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Практические преимущества адаптированного инвертора и солнечной электростанции. Особенности перспективных адаптированных инверторов. Использование адаптированного инвертора для солнечной электростанции сотни и более кВт. Применения результатов моделирования адаптированного инвертора на MATLAB / Simulink для преобразователей частоты.

Рекомендуемая основная литература:

1. Taissariyeva K. N., Isembergenov N. The research of the “Solar panels – commutator – inverter – load” system with the pulse-amplitude control. *PROCEEDINGS OF SPIE Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014 Volume 9290*

2. J. Basic. «Reduction of Harmonic in Multilevel Inverters using FA and LAFA ALGORITHMS». *Journal of Basic and Applied Scientific Research. Appl. Sci. Res.*, 3(1s)130-135, 2013. ISSN 2090-4304

3. N. T. Isembergenov, B. T. Matkarimov, Using Genetic Algorithm for Finding Switching Angles of a Single-phase Multilevel DC/AC Converter on Solar Modules. *Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Applications, 13-15 November. 2009, New York.*

4. Mohammad Farhadi Kangarlu, Student Member, IEEE, and Ebrahim Babaei, Member, IEEE. A Generalized Cascaded Multilevel Inverter Using Series Connection of Submultilevel Inverters. *IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 28, NO. 2, FEBRUARY 2013. Res.*, 3(1s) 625- 635

5. Isembergenov N., Taissariyeva K.N. The multilevel on IGBT transistors for transformation of solar energy to the electric power. *BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. Volume 2, Number 354 (2015), pp. 183-186.*

6. Исембергенов Н. Т. Многоступенчатый транзисторный инвертор для преобразования энергии солнечных батарей – “Электричество”. – 2011. – № 7. – С. 12–17

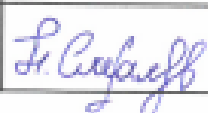
7. В. Г. Герасимов. *Электротехнический справочник*. – М.: Изд-во МЭИ. – 2002. – С. 12–1

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Цель - Разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт	30.01.2022	Выполнено
Анализ перспективных адаптированных транзисторных инверторов	10.02.2022	Выполнено
Разработка компонентов адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт	1.03.2022	Выполнено
Расчет мощности адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт	30.03.2022	Выполнено
Моделирования работу адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт на нагрузку в MATLAB / Simulink.	25.04.2022	Выполнено

**Подписи**

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Ассоц. профессор ЭТиКТ Смайлов Н. К	18.05.2022	

Научный руководитель \_\_\_\_\_  Исембергенов Н. Т.  
(подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся  Ахтанов А.  
(подпись)

Дата "20" мая 2022г.

## АНДАПТА

Бұл дипломдық жұмыста перспективті транзисторлық инверторларды талдай отырып, қуаттылығы 2,0 кВт күн электр станциясының бейімделген түрлендіргішін жасау жүзеге асырылады. Бейімделген инверторды әзірлеу үшін баға/сапа бойынша ең оңтайлы компоненттер таңдалады.

Ең алдымен күн электр станциясының схемасы құрастырылады (қажетті құрамдас бөліктерді таңдай отырып), күн батареяларын қосу схемасы және бүкіл күн электр станциясының қуатының есебі әзірленеді.

Әрі қарай, транзисторлық инвертор тізбегі жиналады (тиісті компоненттерді таңдай отырып), есептеулер және компоненттерді қосу схемасын әзірлеу жүргізіледі және бүкіл күн электр станциясының қуаты осы бейімделген инвертор арқылы есептеледі. күн электр станциясы.

Ақыр соңында, жұмысты зерттеу және электр энергиясын түрлендіру процесін түсіну үшін бүкіл жинақталған схемаға талдау жасалады.

Сұрақты қарастырамыз: мұндай инвертор үшін қандай қосымшаны табуға болады, сондай-ақ қуат не үшін жеткілікті.

Сондай-ақ, жасалған барлық әзірлемелер MATLAB / Simulink бағдарламасында модельденетін болады.

## АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе будет проведена разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт, при анализе перспективных транзисторных инверторов. Будут подобраны самые оптимальные с точки зрения цены/качества компоненты для разработки адаптированного инвертора.

В первую очередь, будет собрана схема солнечной электростанции (с подбором нужных компонентов), разработана схема соединения солнечных панелей и расчет мощности всей солнечной электростанции.

Далее будет собрана сама схема транзисторного инвертора (с подбором подходящих компонентов), произведутся расчеты и разработка схемы соединения компонентов и произведется расчет мощности всей солнечной электростанции с помощью данного адаптированного инвертора для солнечной электростанции.

И напоследок будет произведен анализ всей общей собранной схемы для изучения работы и понимания процесса преобразования электроэнергии.

Рассмотрим вопрос: какое применение может можно найти такому инвертору, а также на что хватит данных мощностей.

Вся проделанная разработка будет промоделирована в среде MATLAB / Simulink.

## ANNOTATION

In this thesis, the development of an adapted inverter for a solar power plant with a capacity of 2.0 kW will be carried out, while analyzing promising transistor inverters. The most optimal components in terms of price / quality will be selected for the development of an adapted inverter.

First, a scheme of a solar power plant will be assembled (with the selection of the necessary components), a scheme for connecting solar panels and a calculation of the power of the entire solar power plant will be developed.

Next, the transistor inverter circuit itself will be assembled (with the selection of suitable components), calculations and the development of a circuit for connecting components will be made, and the power of the entire solar power plant will be calculated using this adapted inverter for a solar power plant.

And finally, an analysis of the entire overall assembled circuit will be made to study the operation and understand the process of converting electricity.

Consider the question: what application can be found for such an inverter, and what is enough power for.

Also, all the development done will be modeled in the MATLAB / Simulink program.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Цель – Разработка и исследование адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт	12
1.1 Определение и классификации солнечных инверторов	12
1.2 Назначение адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт	13
2. Анализ перспективных адаптированных транзисторных инверторов	15
2.1 Обзор литературы адаптированных транзисторных инверторов	15
2.2 Расчет и выбор мощности и параметров солнечных панелей	16
2.3 Расчет и выбор транзисторов инвертора и трансформатора	16
3. Разработка компонентов адаптированных солнечных инверторов мощностью 2 кВт	18
3.1 Разработка схемы соединения солнечных панелей мощностью 2 кВт	18
3.2 Разработка схемы подключения транзисторного ключа с инвертором	19
3.3 Расчет времени коммутации транзисторного ключа, адаптированного инвертора	20
4 Выбор компонентов адаптированного транзисторного инвертора для солнечной электростанции мощностью 2 кВт	21
4.1 Расчет мощности солнечной электростанции адаптированным инвертором мощностью 2 кВт	21
4.2 Анализ совместной работы транзисторного инвертора с солнечной электростанцией мощностью 2 кВт	24
4.3 Исследование работы адаптированного инвертора и солнечной электростанции на автономную нагрузку	24
5. Моделирования работы адаптированного инвертора и солнечной электростанции на автономную нагрузку на MATLAB/Simulink	32
Заключение	35
Перечень принятых сокращений, терминов	36
Список использованной литературы	37

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире стал вопрос о том, как улучшится или ухудшится наш мир. Как изменится качество жизни людей разных уголков нашей планеты, как в разных странах будет развиваться индустрия, что будет создано и будет называться «новое изобретение», случатся ли какие-либо всемирные катаклизмы, которые повлияют на окружающую среду и в целом сможет ли человечество значительно сильно погубить окружающую среду.

Касаемо окружающей среды мы не станем спорить о том, что человечество приносит природе как пользу, так и вред. Зачастую человечество для своих нужд и комфортной жизни использует электричество. Но в Казахстане способ, благодаря которому человечество получает электричество, загрязняет атмосферу и способствует глобальному потеплению.

Благо человечество не стоит на месте и разрабатывает различные альтернативы, которые наносят меньше вреда либо не наносят его вовсе. В нашем случае речь идет о «солнечной электроэнергии».

В Казахстане очень высокая годовая длительность солнечного света, особенно на юге страны – от 2200 до 3000 часов в год. Для сравнения в Германии, Великобритании, Норвегии и Японии – менее 1000 часов в год. Это говорит о том, что перспективы «солнечной электроэнергии» в Казахстане имеются.

Данная дипломная работа нацелена на то, чтобы понять систему получения солнечной электроэнергии, а также систему ее преобразования в привычную для нас переменного тока.

Для начала, в получении солнечной электроэнергии нам помогут солнечные панели, которые будут получать ту самую энергию от солнца и преобразовывать ее в электрическую. Проблема в том, что преобразована она будет в электричество постоянного тока, а как правило для нас требуется электричество переменного тока, которое уже будет использоваться для различных устройств по-разному.

Для того, чтобы преобразовать полученный переменный ток, нам потребуется специальный преобразователь электричества, который преобразует постоянный ток в переменный (DC/AC). Такой преобразователь называется – инвертор.

Нам для повседневной жизни нужен переменный ток с напряжением 220 В 50 Гц, для этого мы соберем схему из солнечных панелей с напряжением 60 В постоянного тока. Мощность, выдаваемая солнечными панелями, будет составлять 2 кВт.

Всю схему нужно будет также проверить на нагрузку в среде MATLAB/Simulink, в которой мы сможем промоделировать схему соединения, моделирования графика и всей работы в целом, без потребности собирать схему в реальности.

План дипломной работы будет плавно идти от теоретических мыслей, подбора компонентов и составления методики схемы к фактическому составлению схемы и моделированию всей схемы в среде MATLAB/Simulink.

Будут учитываться для примера различные устройства и их почасовое потребление для того, чтобы понять, с данной солнечной электростанцией какие устройства смогут работать без потребления электросети.

Поговорим о том, какие инверторы в перспективе будут лидировать и почему. Какие у них схемы и чем они отличаются от тех, которые не будут иметь такую большую конкурентную перспективу в отличии от первых.

Также будут проведены расчеты, которые будут очень важны при подборе компонентов и системе их соединения в схеме, начиная от солнечных панелей, далее к аккумуляторам, транзисторам и трансформаторам и так далее.

# 1 ЦЕЛЬ – РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИРОВАННОГО ИНВЕРТОРА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 2,0 кВт

## 1.1 Определение и классификации солнечных инверторов

Солнечный инвертор – преобразователь, который преобразует постоянный ток (DC), получаемый от солнечных панелей в переменный ток (AC), настраивая определенное напряжение и ток, ограничиваясь мощностью самого инвертора.

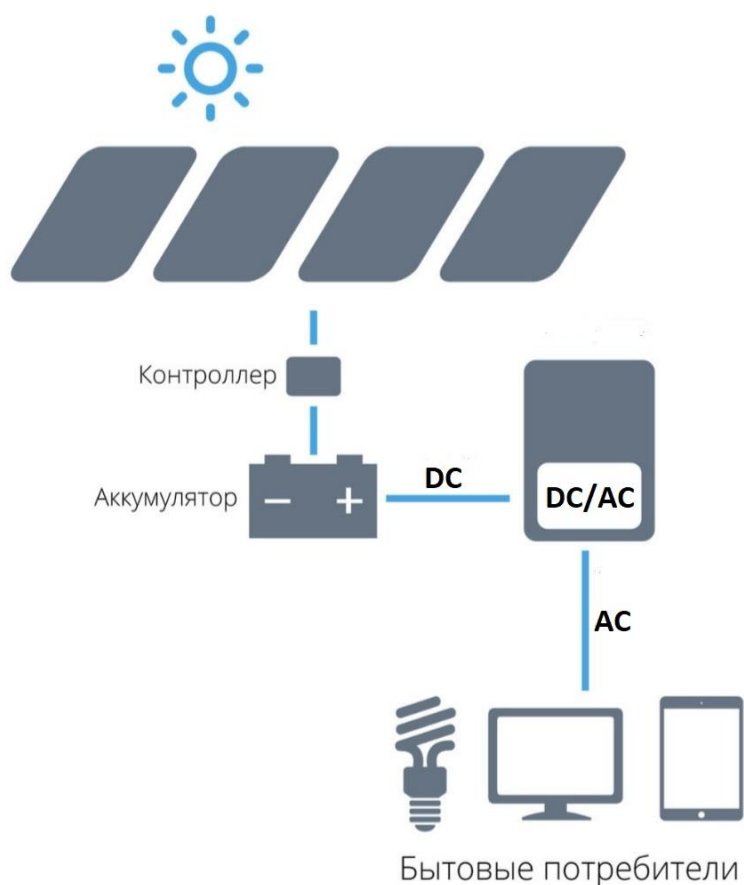


Рисунок 1.1 - Принцип преобразования солнечной энергии в электрическую

Инверторы классифицируются на 3 типа:

Автономные инверторы – их можно использовать в местах, изолированных от общественной сети благодаря солнечным панелям, которые подзаряжаются от солнечных батарей. Во многих и них имеются разъемы для подключения дополнительного электричества от сети, если оно имеется.

Сетевые инверторы – синхронизируются с сетью по синусоиде и фазе тока, которые поставляются в сеть. Однако, при потере электроснабжения, данный инвертор отключается, потому что не имеет дополнительный источник электроэнергии.

Гибридные инверторы – тип инвертора, который работает, включая: солнечные панели, аккумуляторы и промышленную электросеть, создавая тем самым несколько возможных источников электроэнергии. Их можно использовать как для экономии средств, временами пренебрегая промышленную электросеть, а также для автономного использования. Как правило их используют для личного пользования, где подстраховка аккумуляторами [1].

## 1.2 Назначение адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт

Перед тем как разрабатывать предстоящий инвертор, следует понять:

1. Какие параметры будут у данного инвертора;
2. какие задачи может обеспечить инвертора;
3. какое применение будет оптимальным для данного инвертора.

Учитывая то, что данный инвертор будет работать как альтернатива электросети, выходные параметры должны быть 220 В 50 Гц. В качестве входного напряжения примем 60 В постоянного тока. В схеме такого инвертора будет установлен повышающий трансформатор, который повысит напряжение 60 В на 220 В.

Так же, учитывая тот момент, что солнечная электростанция у нас с мощностью 2 кВт, нужно понять какие устройства можно будет питать такой электростанцией. Для примера возьмем устройства из повседневной жизни:

Таблица 1.1 - Потребление различных устройств электроэнергии

Устройство	Потребление Вт/ч
Холодильник	55
Телевизор	50
Компьютер	200
Утюг	500
Пылесос	1000
Фен	500
Лампа накаливания	100

Некоторые приборы в таблице 1.1 указаны со среднечасовым потреблением электроэнергии, т. к. некоторые приборы работают циклично: по 15–30 минут, затем переходят в состояние простоя и потребляют либо значительно меньше электроэнергии, либо вовсе не потребляют.

Например, холодильник работает циклично, он предназначен исключительно для того, чтобы поддерживать температуру внутри холодильника. Именно поэтому если холодильник будет стоять в более теплом помещении, резинки дверцы будут не практичные и в целом дверца будет открываться часто, то потребление от этого значительно возрастет, т. к. во внутрь холодильника будет активно поступать тепло, заставляя его работать больше.

Исходя из таблицы 1.1 видно, что солнечная электростанция мощностью 2 кВт сможет питать определенные устройства повседневной бытовой жизни, но данной мощности не хватит на весь дом. Также следует учитывать тот момент, что электростанцию нагружать на все 2кВт нельзя, т. к. такую нагрузку электростанция может не выдержать [3].

В нашем случае адаптированный инвертор будет питать дом благодаря солнечной электроэнергии и аккумуляторам, но, когда от солнечных панелей электроэнергия перестанет поступать, а аккумуляторы сядут, будет совершено переключения источника электроэнергии на электросеть.

Такой инвертор как правило называется гибридный инвертор, который в приоритет берет солнечную электроэнергию до тех пор, пока ее не станет недостаточно и тогда энергия переключится на сетевую

Именно поэтому, нашей целью будет разработка того самого адаптированного инвертора, который сможет выполнить данную задачу, определив, сможет ли бытовая техника питаться от источников возобновляемой энергии, или же в случае, если мощность уменьшится и ее станет недостаточно, адаптированный инвертор даст сигнал переключаться на электросеть.

## 2 АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АДАПТИРОВАННЫХ ТРАНЗИСТОРНЫХ ИНВЕРТОРОВ

### 2.1 Обзор литературы адаптированных транзисторных инверторов

Современные транзисторные инверторы строятся на 2 типах транзисторов: полевые MOSFET и транзисторы типа IGBT(БТИЗ).

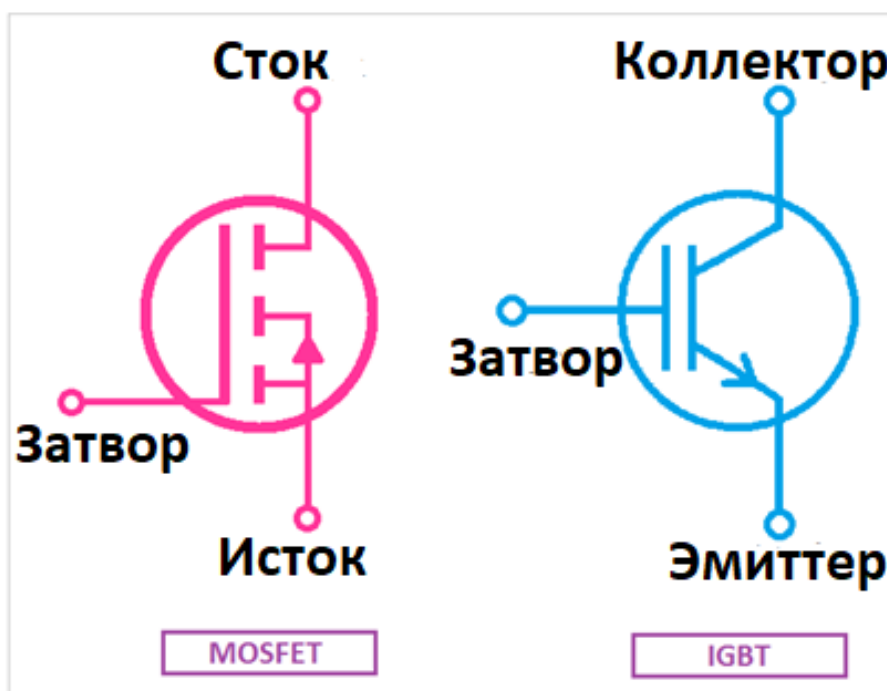


Рисунок 2.1 - MOSFET и IGBT транзисторы

Изучив материал транзисторных инверторов, становится понятно, что будущее транзисторных инверторов держится за инверторы, в составе которых установлены биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ или IGBT).

В чем же заключается преимущество IGBT транзисторов в перспективе?

В первую очередь данные транзисторы IGBT могут работать на очень высоких мощностях. Мощность подразумевается как рабочие токи, проходящие через транзистор, так и напряжения, которые выдерживают данного типа транзисторы, в отличие от высокочастотных транзисторов с высокой выдержкой температуры, которые соответствуют характеристикам MOSFET.

Также современные IGBT транзисторы работают на частотах до 150кГц, помимо этого характеристики IGBT позволяют создавать эффективные преобразователи электроэнергии самого различного назначения и мощности [2].

## 2.2 Расчет и выбор мощности и параметров солнечных панелей

Т. к. в дипломной работе планируется преобразовать 72 В постоянного тока в 220 В переменного тока, было принято решение соединить в цепи 3 солнечных панелей, для этого использовать солнечную панель на 250 Вт 34.7 В МКП – 250.

Технические характеристики солнечной панели МКП – 250 представлены на таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Технические характеристики солнечной панели МКП – 250

Параметр	Значение
Рабочий температурный диапазон	от -40 до +80
Номинальное напряжение ( $U_n$ )	34.7
Мощность ( $W_p$ )	250 Вт
Рабочий ток ( $I_p$ )	7.2 А
Напряжение холостого хода ( $U_{xx}$ )	44 В
Ток короткого замыкания ( $I_{кз}$ )	10 А
Количество ячеек	36

## 2.3 Расчет и выбор транзисторов инвертора и трансформатора

Исходя из потребности, выбор транзистора зависит от параметров, которые будут использованы в схеме. В формуле (2.1) находится общее напряжение в одной ветви, а в формуле (2.2) находится общий ток параллельных ветвей:

$$U = U_{n1} + U_{n2} + \dots + U_{nN} = 34.7 \text{ В} + 34.7 \text{ В} + 34.7 \text{ В} = 104.1 \text{ В} \quad (2.1)$$

$$I = I_{p1} + I_{p2} + \dots + I_{pN} = 7,2 \text{ А} + 7,2 \text{ А} + 7,2 \text{ А} = 21,6 \text{ А} \quad (2.2)$$

Для схемы возьмем MOSFET транзистор N – канального типа марки – IRF630NSPBF. Параметры, которые требуются для выбора транзистора, берутся с запасом, потому что, если выбрать транзистор с параметрами впритык, то сам транзистор будет очень сильно нагреваться и выйдет из строя. Технические характеристики MOSFET транзистора N – канального типа марки – IRF630NSPBF указаны на таблице 3.

Таблица 2.2 - Технические характеристики MOSFET транзистора IRF630NSPBF

Параметр	Значение
Наименование производителя	IRF630NSPBF
Канальность	N – канальный



Максимальная рассеиваемая мощность (Pси)	82 W
Максимально допустимое напряжение сток-исток (Uси)	200 V
Максимально допустимое напряжение затвор-исток (Uзи)	20 V
Максимальный постоянный ток затвор исток (Iзи)	9.3 A
Крутизна характеристики (S)	4.9
Сопротивление канала в открытом состоянии (Rси)	0.3 Ом/5.4А, 10В
Пороговое напряжение на затворе транзистора	2...4
Вес	2.5 кг

Касаемо трансформатора напряжения в схему возьмем трансформатор – ОСР-2,5 трансформатор напряжения, который будет иметь 1 первичную обмотку и 2 вторичные обмотки.

Метод инвертирования напряжения будет следующим образом: электрический сигнал сначала благодаря транзисторам станет переменным (104.1 В постоянного напряжения в 72 В действующего значения переменного напряжения), затем полученное переменное напряжение будет повышено из 72 В уже переменного напряжения в 220 В переменного напряжения.

Первичная обмотка 220 В будет служить как выход инвертора, где далее будет подключена нагрузка. 2 вторичные обмотки будут служить для того, чтобы к ним подключить контуры с ЭДС и транзисторами. Первая вторичная обмотка будет служить для трансформации положительной составляющей напряжения, а вторая вторичная обмотка для отрицательной.

Технические характеристики трансформатора ОСР-2,5 представлены на таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технические характеристики трансформатора ОСР-2,5

Параметр	Значение
Габариты Д, Ш, В (мм)	370, 170, 400
Модель	ОСР
Фазность	однофазный
Максимальная мощность	2500Вт
Напряжение первичной обмотки в номинале	220В
Количество вторичных обмоток	2
Напряжение вторичных обмоток в номинале	72В

### 3. РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ АДАПТИРОВАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ ИНВЕРТОРОВ МОЩНОСТЬЮ 2 кВт

#### 3.1 Разработка схемы соединения солнечных панелей мощностью 2 кВт.

Как и планировалось, мы составим цепь из 3 солнечных панелей МКП – 250.

Но при этом мы получаем схему из 750 Вт 104 В в номинале, а нам требуется 2 кВт.

Поэтому добавляем еще 2 такие же ветви и получаем 2250 Вт по мощности и 72 В действующего напряжения от схемы солнечных панелей.

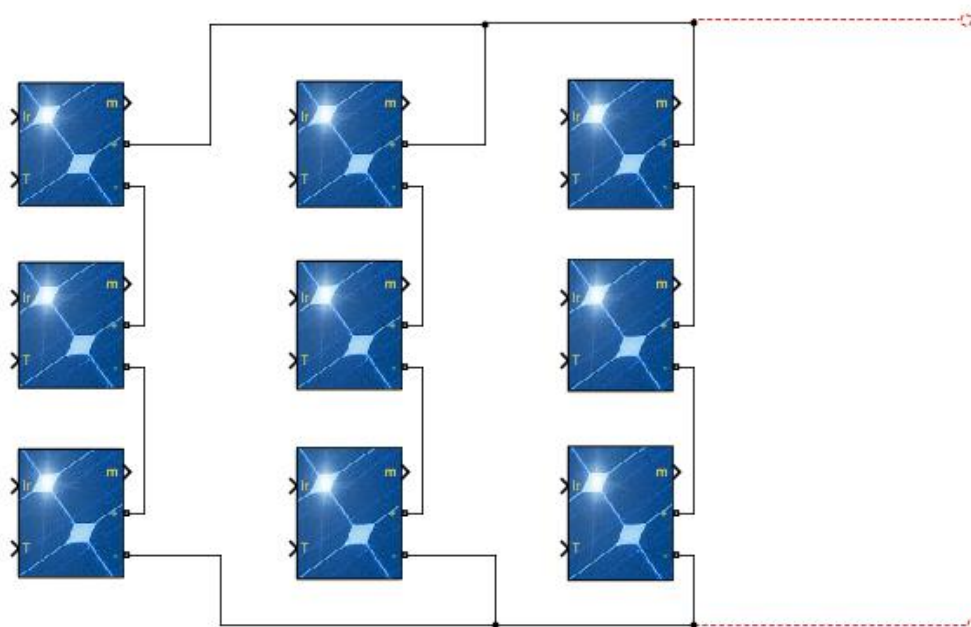


Рисунок 3.1 - Схема соединения солнечных панелей

Расчет одной цепи соединения:

При последовательном соединении солнечных панелей ток остается неизменным, а напряжение суммируется:

- 1 Находим напряжение при последовательном соединении солнечных панелей по формуле (2.1);
- 2 Находим ток при параллельном соединении цепей по формуле (2.2);
- 3 Рассчитав ток и напряжении схемы соединения, получаем мощность по формуле (3.1)

$$P = 104 \text{ В} * 21,6 \text{ А} \approx 2250 \text{ Вт} \quad (3.1)$$

### 3.2 Разработка схемы подключения транзисторного ключа с инвертором

Выбрав MOSFET транзистора N – канального типа, собираем схему следующим образом:

Так как это MOSFET транзистор N – канального типа, схема соединения транзистора с аккумулятором и трансформатором будет:

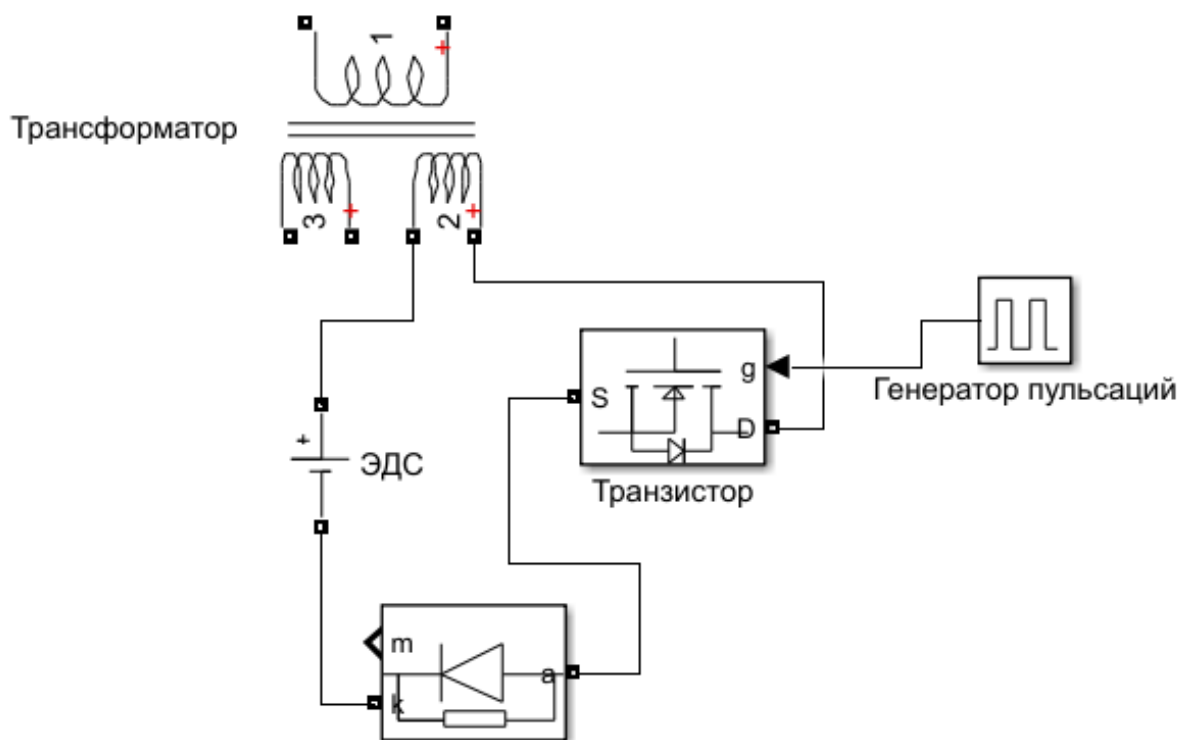


Рисунок 3.1 - Схема соединения транзистора ключа с инвертором

К затвору будет подключен импульсный генератор, благодаря которому транзистор откроется. Далее к истоку подсоединяем трансформатор, который подсоединен к «+» аккумулятора, а к стоку подключаем «-» аккумулятора. Для того, чтобы транзистор не вышел из строя, к транзистору также подсоединяем обратный диод.

### 3.3 Расчет времени коммутации транзисторного ключа, адаптированного инвертора.

У транзистора имеется 2 состояния: открытый и закрытый. Для начала рассчитаем, время 1 периода и полупериода переменного тока по формулам (3.2) и (3.4):

$$t_{\Pi} = \frac{1}{50} = 0.02\text{с} (20\text{мс}) \quad (3.3)$$

$$t_{\text{пп}} = \frac{t_{\Pi}}{2} = 0.01\text{с} (10\text{мс}) \quad (3.4)$$

Получается, что 1 полупериод длится 10мс. 1 транзистор открывается в момент  $t = 1\text{мс}$ , и длится на протяжении всего полупериода (3.5):

$$t_{1 \text{ тр к}} = t_{\text{пп}} = 10\text{мс} \quad (3.5)$$

Т. к. все транзисторы включаются через одинаковое количество времени, а затем выключаются в одинаковое количество времени, а всего транзисторов 5, то нахождение времени коммутации находим по формулам (3.6), (3.7), (3.8) и (3.9):

$$t_{2 \text{ тр к}} = t_{1 \text{ тр к}} - 20\% = 8\text{мс} \quad (3.6)$$

$$t_{3 \text{ тр к}} = t_{1 \text{ тр к}} - 40\% = 6\text{мс} \quad (3.7)$$

$$t_{4 \text{ тр к}} = t_{1 \text{ тр к}} - 60\% = 4\text{мс} \quad (3.8)$$

$$t_{5 \text{ тр к}} = t_{1 \text{ тр к}} - 80\% = 2\text{мс} \quad (3.9)$$

## 4 ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ АДАПТИРОВАННОГО ТРАНЗИСТОРНОГО ИНВЕРТОРА ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 2 КВТ.

### 4.1 Расчет мощности солнечной электростанции адаптированным инвертором мощностью 2 кВт.

Для того, чтобы измерить мощности электростанции адаптированным инвертором нужно:

1. Собрать схему среды потребления электроэнергии;
2. Правильно рассчитать нагрузку и установить ее в среду потребления;
3. Подключить к среде потребления все нужные измерители, которые выведут на экран результаты расчета;
4. Полученную схему подключить к инвертору и солнечной электростанции.

Схема среды потребления электроэнергии представлена на рисунке 6. В ней присутствуют: измеритель тока (амперметр), измеритель напряжения (вольтметр), умножитель, который будет умножать показания тока и напряжения для нахождения мощности, 3 дисплея для показания тока, напряжения и мощности, 2 диаграммы, на которых будут отображаться изменения амплитуды тока и напряжения с течением времени и соответственно сама нагрузка.

Для того, чтобы рассчитать нагрузку, рассчитаем ток в цепи по формуле (4.1):

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2000}{220} = 9.09 \text{ А} \quad (4.1)$$

Далее рассчитываем нагрузку для того, чтобы рассчитать мощность солнечной электростанции адаптированным инвертором по формуле (4.2):

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{9.09} = 24.2 \text{ Ом} \quad (4.2)$$

На последнем этапе подключаем среду потребления к инвертору и солнечной электростанции. Схема подключения среды потребления к адаптированному инвертору и солнечной электростанции представлена на рисунке 4.1.

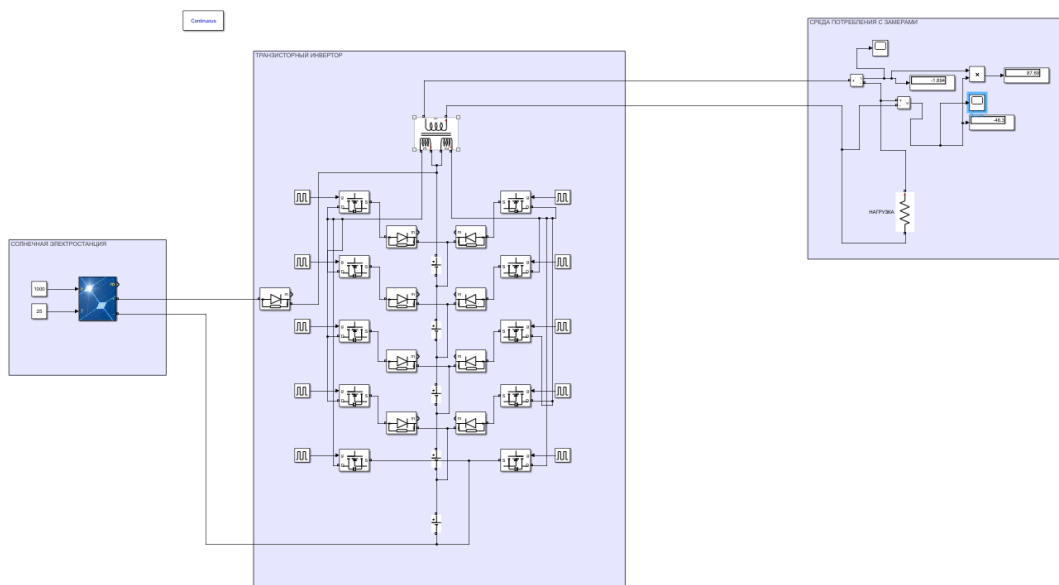


Рисунок 4.1 - Общая схема солнечной электростанции, адаптированного инвертора и среды потребления

Выполнив все данные пункты, я запустил моделирование электрической схемы для измерения мгновенной мощности солнечной электростанции адаптированным инвертором мощностью 2 кВт в среде MATLAB/Simulink.

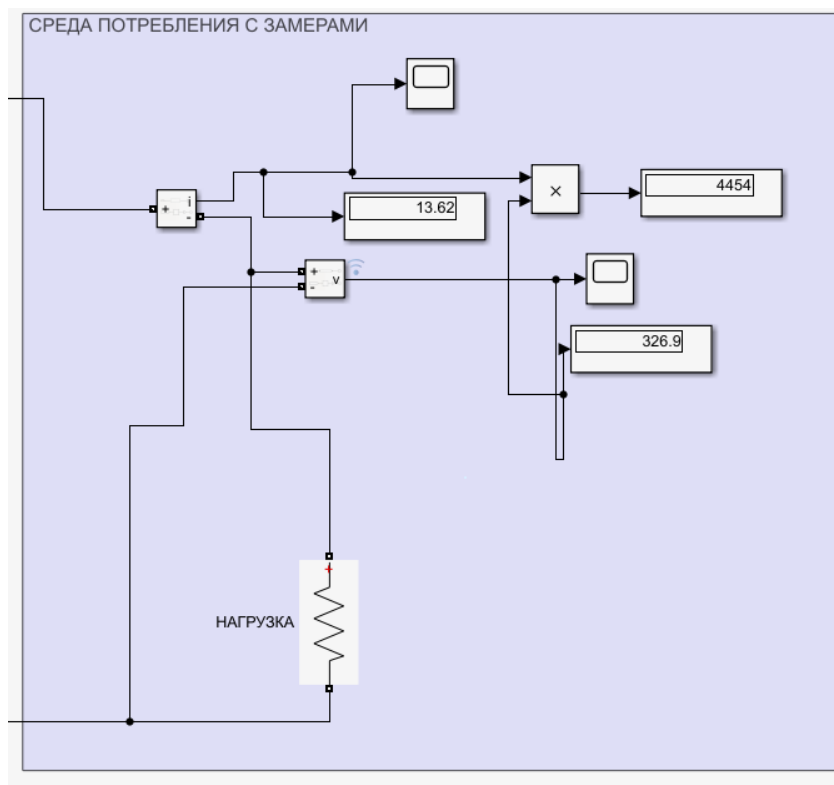


Рисунок 4.2 - Расчет мгновенной мощности солнечной электростанции адаптированным инвертором мощностью 2 кВт в среде MATLAB/Simulink

Но, так как нам требуется действующие значения получаемой электроэнергии, а также гармоническое отклонение полученного графика от синусоиды, я подключаю 2 блока, которые переведут амплитудные значения электроэнергии в действующие значения (Рисунок 4.3), а также укажут гармоническое отклонение полученного графика от синусоиды (Рисунок 4.4).

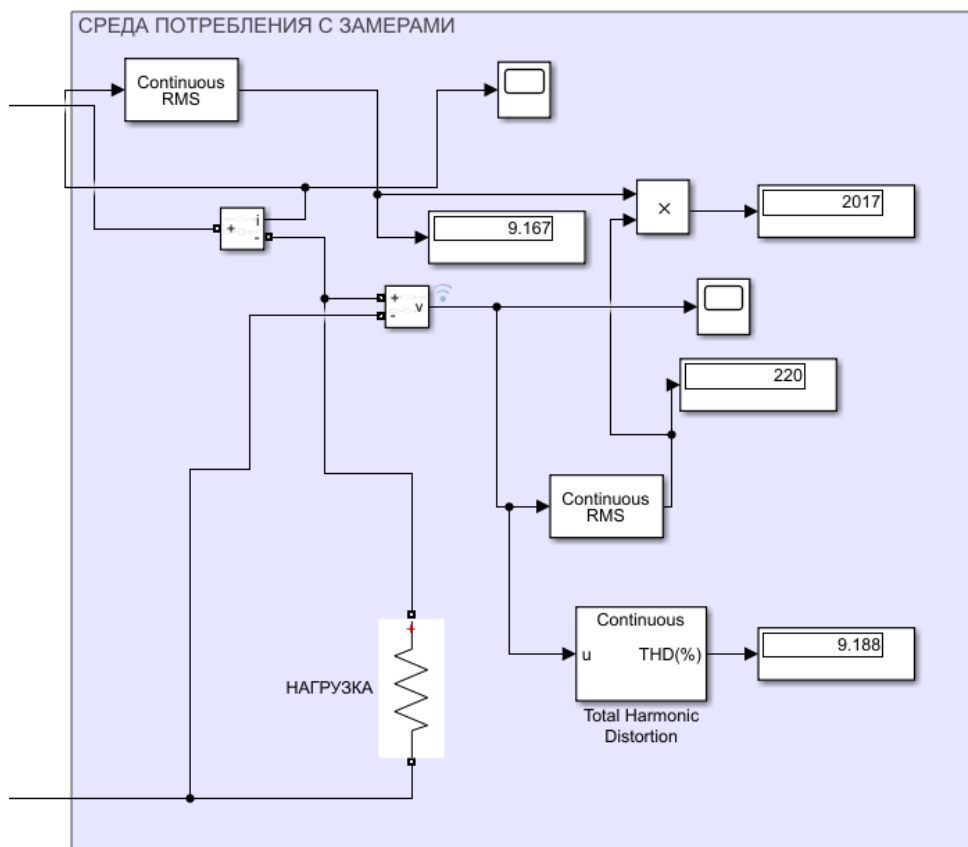


Рисунок 4.3 - Показания действующих значений электроэнергии

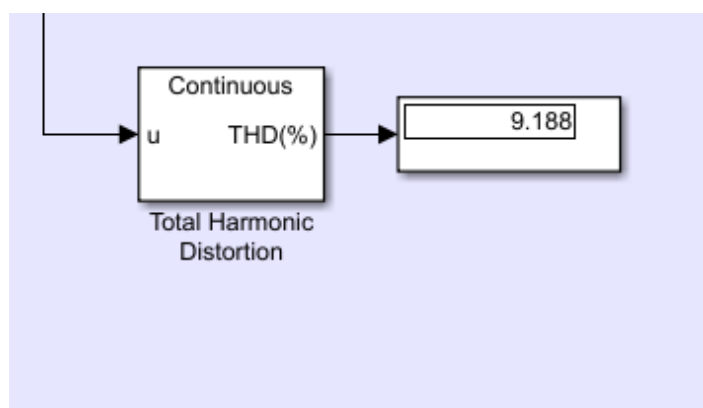


Рисунок 4.4 - Показание отклонения полученного графика от синусоиды

## **4.2 Анализ совместной работы транзисторного инвертора с солнечной электростанцией мощностью 2 кВт.**

Анализируя работу транзисторного инвертора с солнечной электростанцией видно, что аккумуляторы работают автономно и при этом подзаряжаются солнечной электростанцией. Это видно на графике, спустя долгое время не наблюдалось падения мощности, что говорит о том, что солнечная электростанция питает аккумуляторы для поддержания требуемых мощностей.

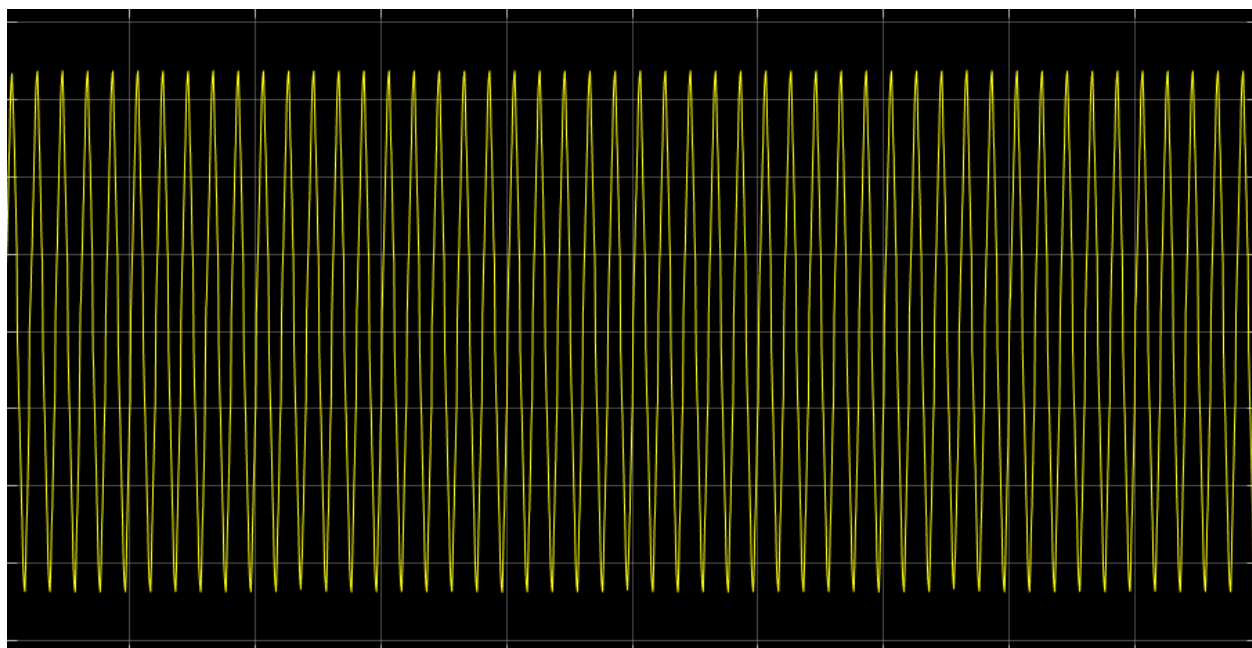


Рисунок 4.5 - Анализ показаний вольтметра спустя продолжительное время

## **4.3 Исследование работы адаптированного инвертора и солнечной электростанции на автономную нагрузку.**

Для исследования работы адаптированного инвертора и солнечной электростанции на автономную нагрузку нужно:

1. Собрать схему солнечной электростанции;
2. Собрать схему транзисторного инвертора с аккумуляторами;
3. Подключить транзисторный инвертор с аккумуляторами к солнечной электростанции;
4. К полученной схеме подключить нагрузку и средства измерения показаний.



Для начала соберем солнечную электростанцию мощностью 2 кВт. Исходя из рисунка 3.1, мы уже знаем, как соединить солнечные панели между собой. Но в среде MATLAB/Simulink это делать не обязательно, т. к. в конфигурации солнечной панели можно указать то, сколько модулей будет в одной ветви, и сколько таких ветвей будет. Также подсоединим к панели 2 константы, которые будут выдавать параметры солнечного излучения (в нашем случае  $1000 \text{ Вт/м}^2$  и температуру окружающей среды (в нашем случае  $25^\circ\text{C}$ ) [8].

Parameters	
Advanced	
Array data	
Parallel strings	3
Series-connected modules per string	3
Module data	
Module:	User-defined
Maximum Power (W)	249.84
Cells per module (Ncell)	36
Open circuit voltage Voc (V)	44
Short-circuit current Isc (A)	10
Voltage at maximum power point Vmp (V)	34.7
Current at maximum power point Imp (A)	7.2
Temperature coefficient of Voc (%/deg.C)	-0.3028
Temperature coefficient of Isc (%/deg.C)	0.035271

Рисунок 4.6 - Конфигурация солнечной панели в среде MATLAB/Simulink

Далее собираем схему транзисторного инвертора с аккумуляторами. Собрать и конфигурировать схему будем так же в среде MATLAB/Simulink.

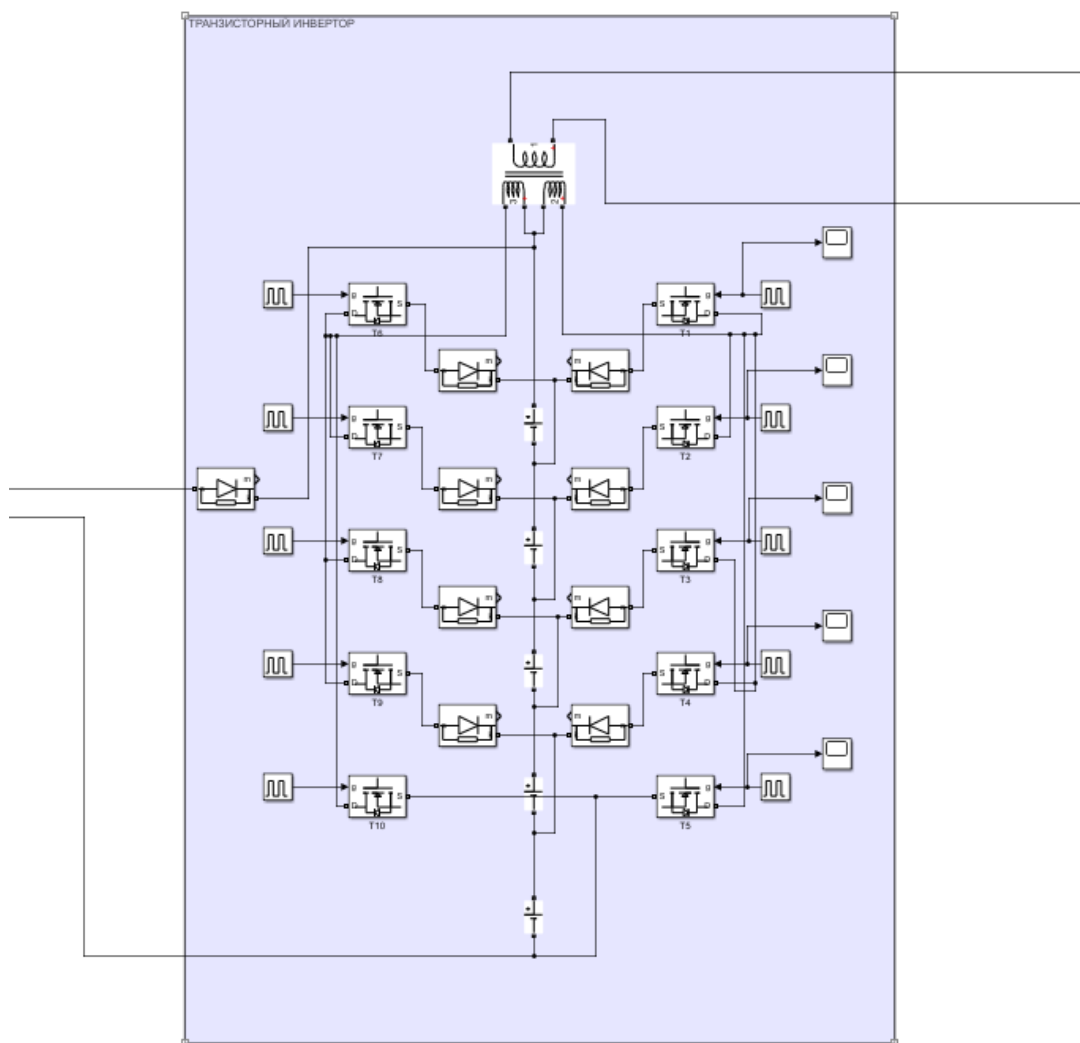


Рисунок 4.7 - Схема транзисторного инвертора с аккумуляторами

Исходя из рисунка 3.1, мы уже знаем то, как мы должны подсоединять транзисторные ключи с инвертором. Открываются данные транзисторные ключи благодаря импульсным генераторам, которые рассчитаны таким образом, чтобы транзисторы открывались в нужный момент и на нужную длительность [7]:

Полный период колебаний напряжения в конфигурации составляет 20мс, после чего полный период колебания происходит снова.

Собрав всю схему, включающую в себя: солнечную электростанцию, адаптированный инвертор для солнечной электростанции и среду нагрузки с установленными в нее измерительные приборы для исследования всей работы. Общая электронная схема указана на рисунке 4.1.

Далее у нас имеются дисплеи в схеме потребления и измерения, которые выводят результаты измерений в момент времени  $t$ . Для наглядного примера предоставляю рисунки с измерениями тока, напряжения и мощности в моменты времени:  $t = 1\text{мс}$ ,  $t = 5\text{мс}$ ,  $t = 10\text{мс}$ ,  $t = 15\text{мс}$  и  $t = 20\text{мс}$ .

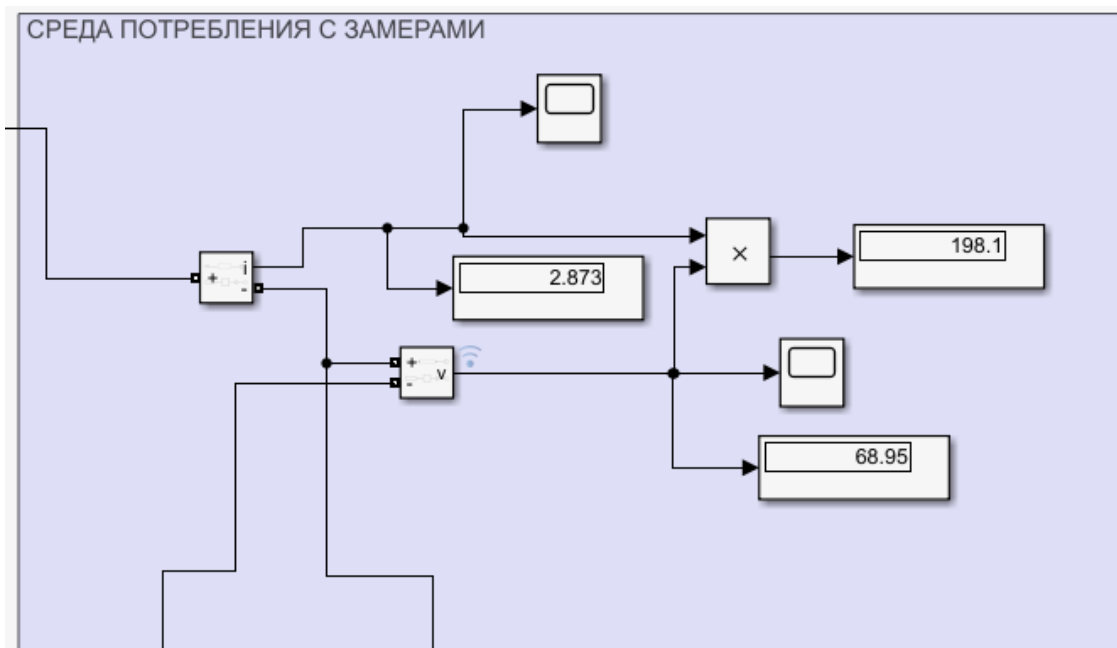


Рисунок 4.8 - Результаты измерения в момент времени  $t = 1\text{мс}$

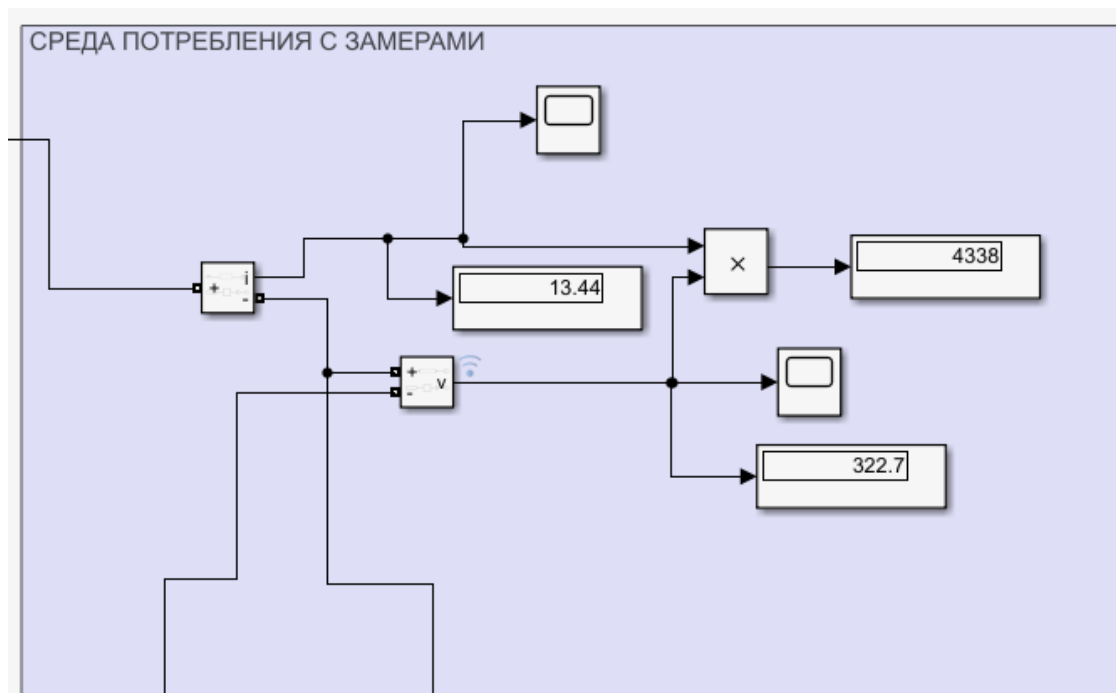


Рисунок 4.9 - Результаты измерения в момент времени  $t = 5\text{мс}$

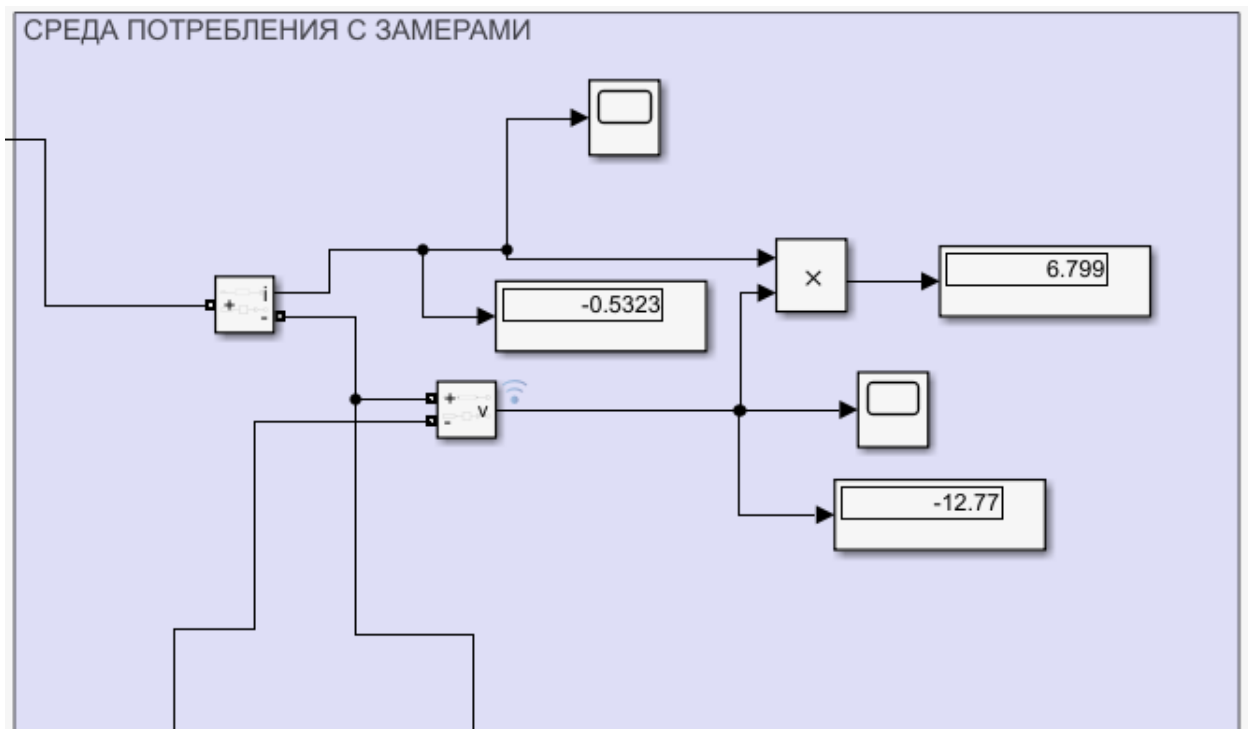


Рисунок 4.10 - Результаты измерения в момент времени  $t = 10\text{ms}$

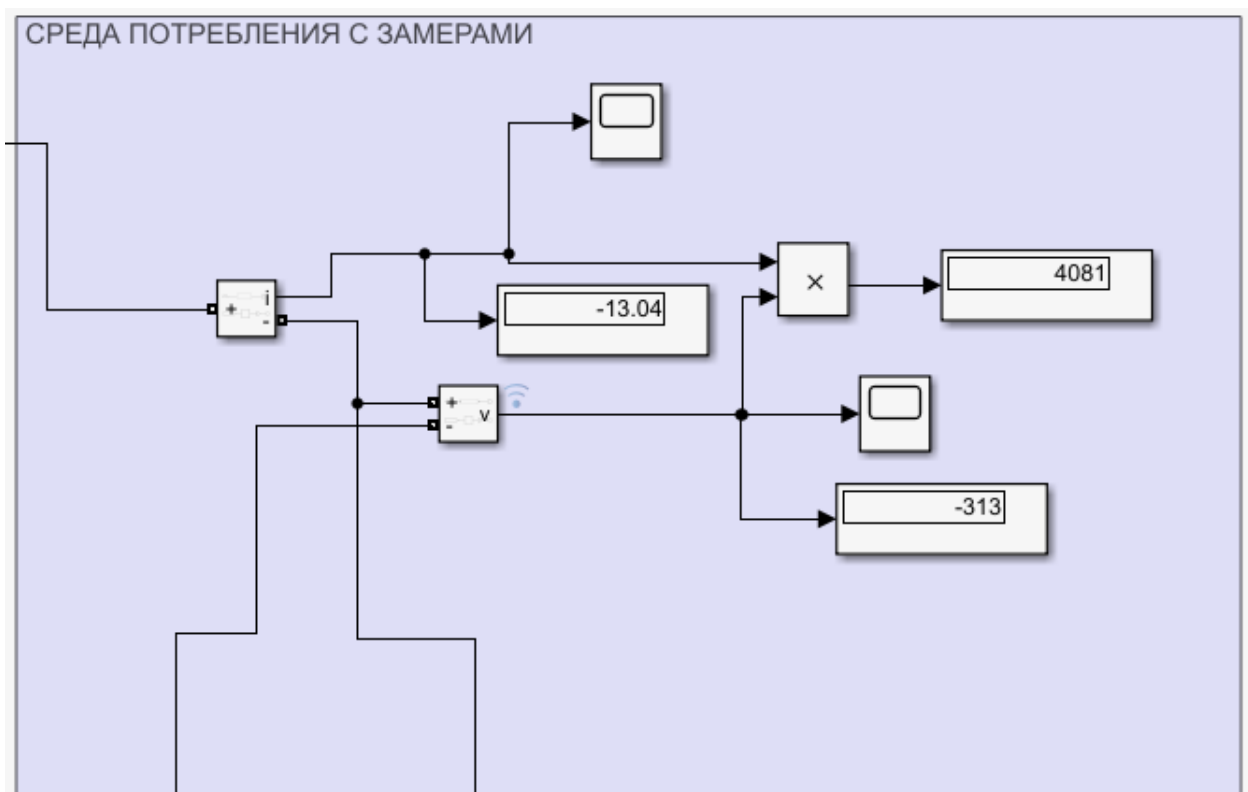


Рисунок 4.11 - Результаты измерения в момент времени  $t = 15\text{ms}$

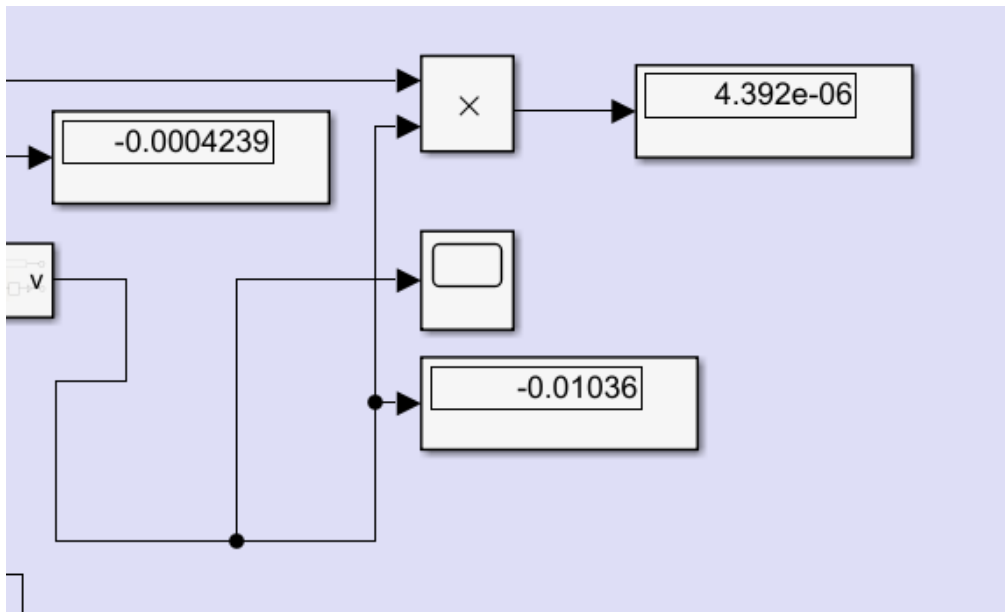


Рисунок 4.12 - Результаты измерения в момент времени  $t = 20\text{мс}$

Далее в исследовании рассмотрим то, как же в ранее указанные моменты времени  $t$  изменяются движения графика амплитуды напряжения с течением времени.

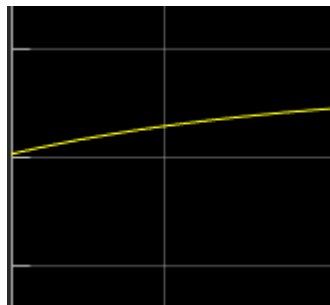


Рисунок 4.13 - Показания графика напряжения в момент времени  $t = 1\text{мс}$

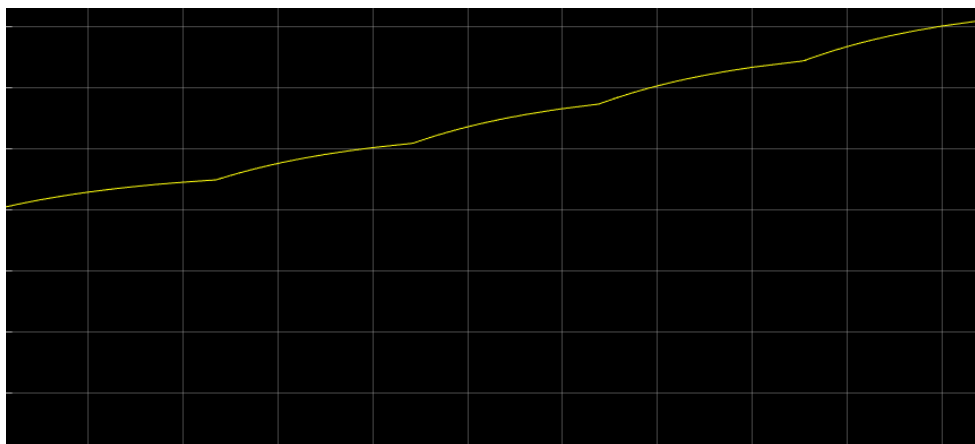


Рисунок 4.14 - Показания графика напряжения в момент времени  $t = 5\text{мс}$

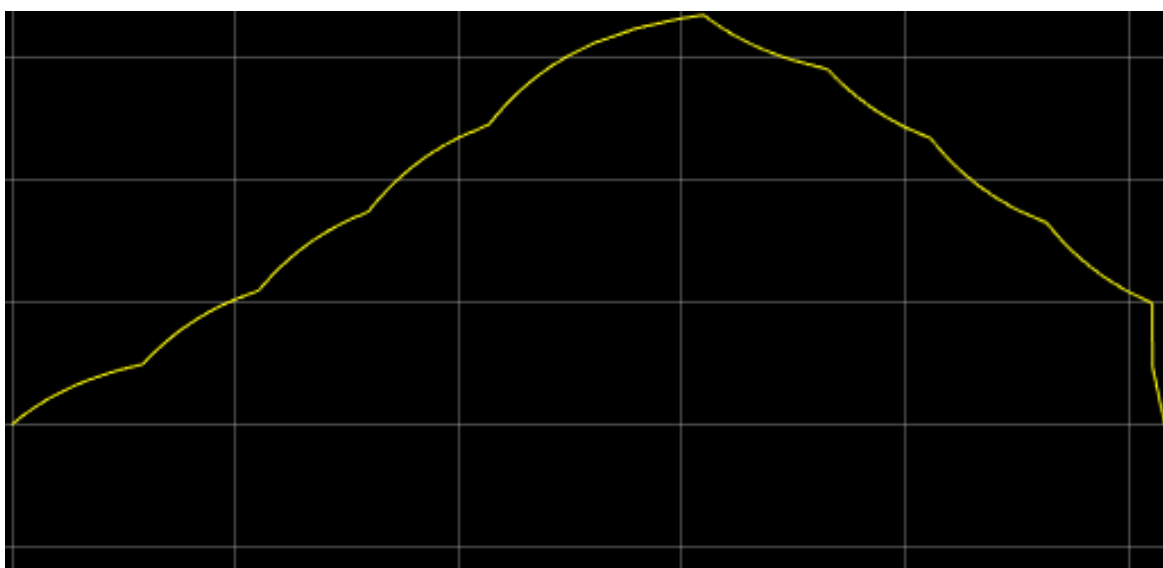


Рисунок 4.15 - Показания графика напряжения в момент времени  $t = 10\text{мс}$

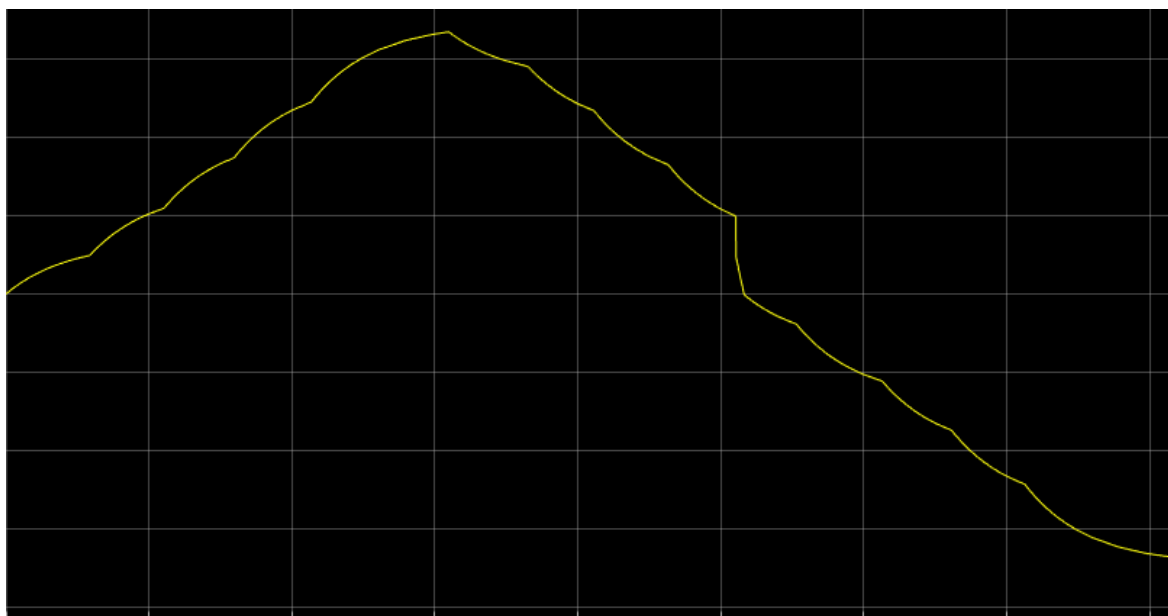


Рисунок 4.16 - Показания графика напряжения в момент времени  $t = 15\text{мс}$

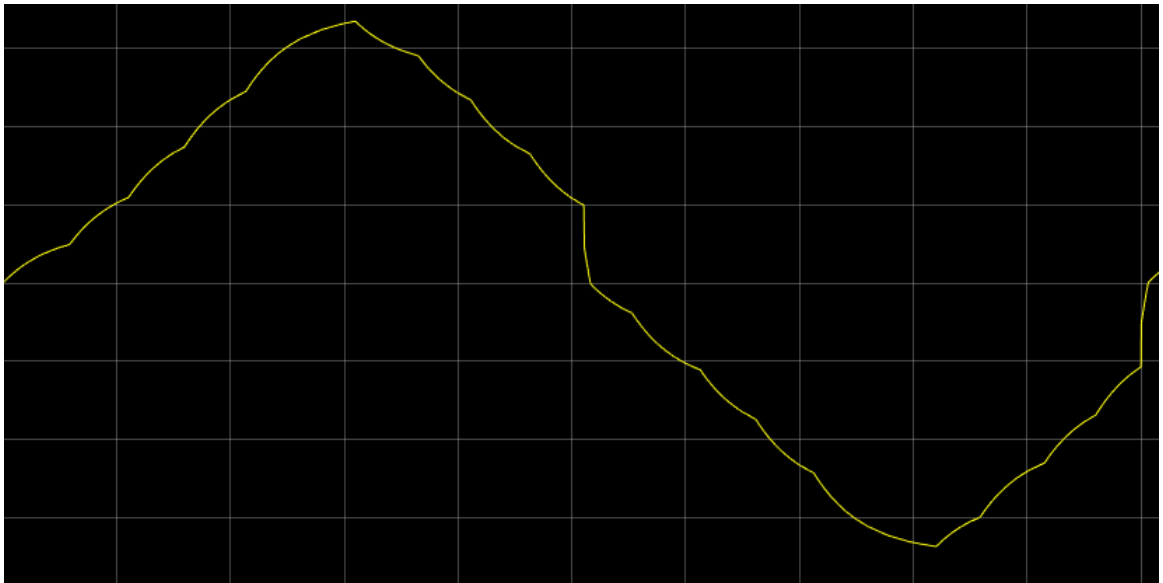


Рисунок 4.17 - Показания графика напряжения в момент времени  $t = 20\text{мс}$

Учитывая то, что вся схема работает, без подключения к ней промышленной электросети, можно считать, что данная система работает полностью автономно и в случае, если для солнечной электростанции будут идеальные условия, то она будет выдавать полностью 2 кВт мощности.

## 5 МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АДАПТИРОВАННОГО ИНВЕРТОРА И СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА АВТОНОМНУЮ НАГРУЗКУ НА MATLAB/SIMULINK.

Ранее на рисунке 4.7 была представлена схема адаптированного инвертора для солнечной электростанции. Данный транзисторный инвертор имеет 10 транзисторов, которые благодаря импульсным генераторам в нужный момент открывают транзисторы и в нужный момент закрывают их. Графики открытых и закрытых состояний транзисторов, которые подключены к положительной вторичной обмотки трансформатора представлен на рисунке 5.1.

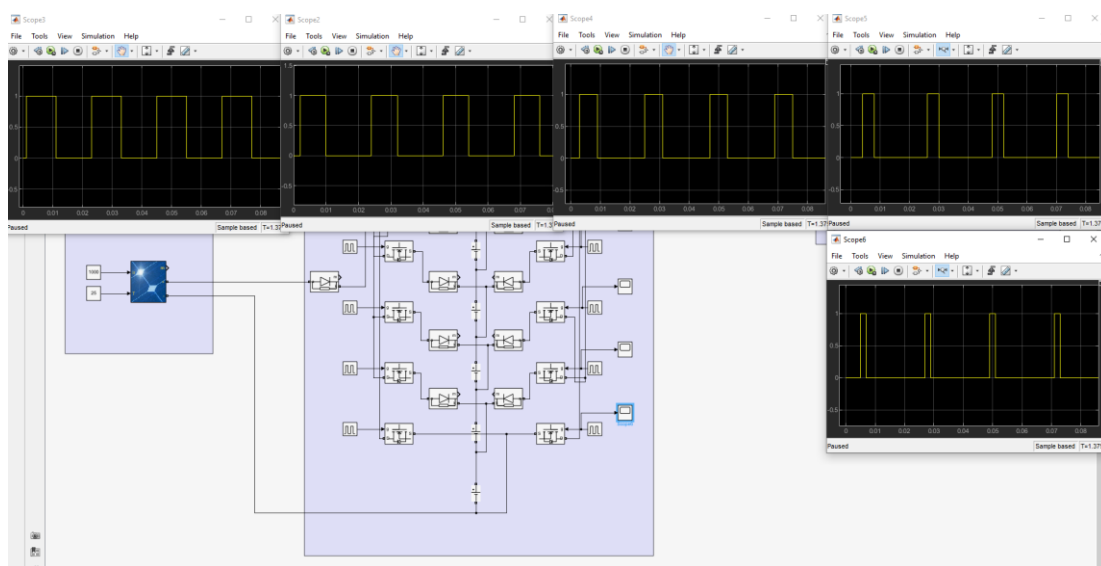


Рисунок 5.1 - Графики открытых и закрытых состояний транзисторов, которые подключены к положительной вторичной обмотки трансформатора

Принцип работы адаптированного инвертора для солнечной электростанции, следующий: в момент времени  $t = 0\text{мс}$  открывается транзистор T1, который замыкает в цепи к трансформатору первый ЭДС, тем самым в графике на рисунке 4.13 видна первая ступень повышения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 1\text{мс}$  открывается транзистор T2, который замыкает в цепи второй ЭДС, тем самым появляется 2 ступень повышения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 2\text{мс}$  открывается транзистор T3, который замыкает в цепи третий ЭДС, тем самым появляется 3 ступень повышения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 3\text{мс}$  открывается транзистор T4, который замыкает в цепи четвертый ЭДС, тем самым появляется 4 ступень повышения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 4\text{мс}$  открывается транзистор T5, который замыкает в цепи пятый ЭДС, тем самым появляется 5 ступень повышения положительного напряжения которая видна на рисунке 4.14.



Затем идет обратный процесс: в момент времени  $t = 5\text{мс}$  закрывается транзистор Т5, который замыкает в цепи от трансформатора пятый ЭДС, тем самым видна первая ступень понижения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 6\text{мс}$  закрывается транзистор Т4, который замыкает в цепи четвертый ЭДС, тем самым появляется 2 ступень понижения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 7\text{мс}$  закрывается транзистор Т3, который замыкает в цепи третий ЭДС, тем самым появляется 3 ступень понижения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 8\text{мс}$  закрывается транзистор Т2, который замыкает в цепи второй ЭДС, тем самым появляется 4 ступень понижения положительного напряжения, далее в момент времени  $t = 9\text{мс}$  закрывается транзистор Т1, который замыкает в цепи первый ЭДС, тем самым появляется 5 ступень понижения положительного напряжения, которое видно на рисунке 4.15.

После данного полупериода происходит второй полупериод, который создает отрицательное напряжение: в момент времени  $t = 10\text{мс}$  открывается транзистор Т6, который замыкает в цепи к трансформатору первый ЭДС, тем самым появляется первая ступень повышения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 11\text{мс}$  открывается транзистор Т7, который замыкает в цепи второй ЭДС, тем самым появляется 2 ступень повышения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 12\text{мс}$  открывается транзистор Т8, который замыкает в цепи третий ЭДС, тем самым появляется 3 ступень повышения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 13\text{мс}$  открывается транзистор Т9, который замыкает в цепи четвертый ЭДС, тем самым появляется 4 ступень повышения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 14\text{мс}$  открывается транзистор Т10, который замыкает в цепи пятый ЭДС, тем самым появляется 5 ступень повышения отрицательного напряжения которая видна на рисунке 4.16.

Затем идет обратный процесс: в момент времени  $t = 15\text{мс}$  закрывается транзистор Т5, который замыкает в цепи от трансформатора пятый ЭДС, тем самым видна первая ступень понижения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 16\text{мс}$  закрывается транзистор Т4, который замыкает в цепи четвертый ЭДС, тем самым появляется 2 ступень понижения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 17\text{мс}$  закрывается транзистор Т3, который замыкает в цепи третий ЭДС, тем самым появляется 3 ступень понижения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 18\text{мс}$  закрывается транзистор Т2, который замыкает в цепи второй ЭДС, тем самым появляется 4 ступень понижения отрицательного напряжения, далее в момент времени  $t = 19\text{мс}$  закрывается транзистор Т1, который замыкает в цепи первый ЭДС, тем самым появляется 5 ступень понижения отрицательного напряжения, которое видно на рисунке 4.17, тем самым получается 1 полный период электрического колебания, после чего цикл повторяется.

Для защиты от короткого замыкания к транзисторам подключаются диоды, предотвращающие поломку системы. Аналогично, к солнечной электростанции

подключается диод, благодаря которому, солнечная электростанция защищена от короткого замыкания [6].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Какое же практическое преимущество несет адаптированный инвертор и солнечная электростанция? В первую очередь для различных задач требуется нахождение людей в местностях, в которых отсутствуют источники промышленной электросети, отрезающее людей от электричества, которое крайне необходимо для многих задач. Также данный способ потребления может сократить потребление промышленной электроэнергии, которое в свою очередь дает экономию денег. Также при создании промышленной электроэнергии создается больше вреда для окружающей среды, по сравнению с солнечной электроэнергией.

В чем же особенность перспективных адаптированных инверторов в отличии от тех, которые не особо будут популярны в перспективе. Для инверторов, которые требуют особо большую частоту, но не требуют высокую составляющую напряжения и тока в перспективе будут актуальны на MOSFET транзисторах, все потому, что в отличии от других существующих транзисторов отличаются от биполярных транзисторов наносекундной скоростью переключения, высокими рабочими напряжениями, большими токами и мощностью, линейными характеристиками и высокими рабочими температурами [4].

Для инверторов, которые в отличии от предыдущих не требуют большую частоту, но требуют большую мощность актуальны уже для IGBT транзисторы, которые сейчас очень популярны для преобразователей частоты и электродвигателей переменного тока мощностью до 1 МВт. Именно такие транзисторы подойдут для адаптированных инверторов для солнечных электростанций мощностью сотри и более кВт [5].

## Перечень принятых сокращений, терминов

MATLAB/Simulink – графическая среда виртуального моделирования, благодаря которой при помощи различных блок-диаграмм мы можем строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и смешанные, нелинейные и разрывные системы.

IGBT (БТИЗ) – Insulated-Gate Bipolar Transistor (Биполярный Транзистор с Изолированным Затвором).

MOSFET (ПТСМОП) – Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor (Полевой Транзистор со Структурой Металл Оксид Полупроводник).

AC – alternating current (переменный ток).

DC – direct current (постоянный ток).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инверторы для солнечных батарей. Виды и особенности. Работа (electrosam.ru)
2. Об обратной блокирующей способности типовых структур IGBT | Силовая электроника (power-e.ru)
3. Потребление электроэнергии бытовыми приборами: таблица, расчеты (remo.ru)
4. Конструктивно-технологические особенности MOSFET полевых транзисторов | Силовая электроника (power-e.ru)
5. IGBT транзисторы. Устройство и работа. Параметры и применение (electrosam.ru)
6. Исембергенов Н.Т. Многоступенчатый транзисторный инвертор для преобразования энергии солнечных батарей – “Электричество”. – 2011. – № 7. – С. 12–17.
7. Microsoft Word - nkfi19 (window.edu.ru)
8. (630) How to Design 200 Watt Solar (PV) Module in MATLAB SIMULINK Software ? | Dr. J. A. Laghari - YouTube

## Отзыв руководителя

Дипломной работы

**Ахтанов Асхат Омирзакович**

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

**Тема «Разработка адаптированного инвертора для солнечной электростанции мощностью 2 кВт»**

Внедрение технологии графической среды виртуального моделирования MATLAB/Simulink, а также технологии инвертирования электрического сигнала с помощью транзисторного инвертора.

В расчетном разделе были рассчитаны следующие параметры:

Мощность солнечной электростанции и ее соединение в схеме, время коммутации 1–5 ступеней транзисторов в инверторе, нагрузка для измерения мощности адаптированного инвертора и гармоническое отклонение полученного результата от синусоиды с помощью среды MATLAB/Simulink.

В первой главе указана цель дипломной работы с теоретическими сведениями.

Во второй главе указан анализ транзисторных инверторов в перспективе, а также расчет мощности солнечных панелей.

В третьей главе разработали метод соединения компонентов солнечной электростанции и инвертора.

В четвертой главе рассчитали нагрузку для измерения мощности адаптированным инвертором, нашли пиковое мгновенное значение амплитуды напряжения и гармоническое отклонение полученного результата от синусоидального

В пятой главе описан процесс инвертирования электрического сигнала и дальнейшую ее трансформацию.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ

Дипломная работа выполнена на оценку /А/ «Отлично», а дипломант, Ахтанов Асхат Омирзакович достоин степени бакалавра специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

**Научный руководитель**  
Профессор каф.ЭТиКТ  
Исембергенов Налик Турегалиевич

«10» сентября 2022 г.



## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

**Ахтанов Асхат Омирзакович**

5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

**Тема «Разработка адаптированного инвертора для солнечной электростанции мощностью 2 кВт»**

Внедрение технологии графической среды виртуального моделирования MATLAB/Simulink, а также технологии инвертирования электрического сигнала с помощью транзисторного инвертора.

В расчетном разделе были рассчитаны следующие параметры:

Мощность солнечной электростанции и ее соединение в схеме, время коммутации 1–5 ступеней транзисторов в инверторе, нагрузка для измерения мощности адаптированного инвертора и гармоническое отклонение полученного результата от синусоиды с помощью среды MATLAB/Simulink.

В первой главе указана цель дипломной работы с теоретическими сведениями.

Во второй главе указан анализ транзисторных инверторов в перспективе, а также расчет мощности солнечных панелей.

В третьей главе разработали метод соединения компонентов солнечной электростанции и инвертора.

В четвертой главе рассчитали нагрузку для измерения мощности адаптированным инвертором, нашли пиковое мгновенное значение амплитуды напряжения и гармоническое отклонение полученного результата от синусоидального

В пятой главе описан процесс инвертирования электрического сигнала и дальнейшую ее трансформацию.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ

Дипломная работа выполнена на оценку /А/ «Отлично», а дипломант, Ахтанов Асхат Омирзакович достоин степени бакалавра специальности 5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

### Рецензент

Доктор PhD, заведующий кафедрой (АУЭС)

Шыныбай Жандос Сапарғалиұлы

«20» 05 2022 г.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ахтанов Асхат Омнрзакович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт

Научный руководитель: Налик Исембергенов

Коэффициент Подобия 1: 8.9

Коэффициент Подобия 2: 4.5

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 20.05.2022

Заведующий кафедрой





## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Ахтанов Асхат Омирзакович

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Разработка адаптированного инвертора солнечной электростанции мощностью 2,0 кВт

**Научный руководитель:** Налик Иссебергенов

**Коэффициент Подобия 1:** 8.9

**Коэффициент Подобия 2:** 4.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 5

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

*Дата* 10.05.22.

*проверяющий эксперт*

