

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*На правах рукописи*



**ПЬЕЙ ЗОН АУНГ**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНОГО  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОНОМНЫХ  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ  
ЭНЕРГИИ ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР**

Специальность 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, доцент  
Челухин Владимир Алексеевич

Комсомольск-на-Амуре – 2026

## Оглавление

|  |     |
|--|-----|
| Введение.....  | 5   |
| Глава 1 Анализ технологических и технических решений автономных систем электроснабжения для территориально удаленных потребителей.....   | 13  |
| 1.1 Обзор технологий энергетических систем возобновляемой энергетики, их проблем и недостатков .....   | 13  |
| 1.2 Обзор автономных гибридных электротехнических комплексов на основе возобновляемых источников энергии небольшой мощности.....   | 21  |
| 1.3 Обзор автономных потребителей малой мощности .....   | 277 |
| Выводы по первой главе.....  | 33  |
| Глава 2 Разработка и исследование преобразователя энергии перепада температур и систем его управления в составе гибридного комплекса для автономных потребителей малой мощности..... | 34  |
| 2.1 Разработка электромеханического преобразователя энергии перепада температур в составе гибридного комплекса, теоретический анализ его работы .....                                | 34  |
| 2.2 Разработка общей блок-схемы системы управления преобразователем перепада температур как составляющей гибридной электростанции.....   | 43  |
| 2.3 Разработка сезонных алгоритмов системы управления преобразователем перепада температур окружающей среды в составе гибридного комплекса на основе ВИЭ .....                       | 49  |
| 2.4 Разработка алгоритма программы информационной безопасности.....  | 55  |
| 2.5 Разработка алгоритма суточного перепада температур.....  | 57  |
| 2.6 Разработка алгоритма работы преобразователя в летний и зимний периоды .....  | 60  |
| 2.7 Разработка алгоритма управления преобразователем, учитывающим годовой перепад температур .....   | 65  |
| 2.8 Оценка возможности увеличения мощности преобразователя перепада температур .....   | 69  |

|  |     |
|--|-----|
| Выводы по второй главе .....   | 74  |
| Глава 3 Разработка системы управления и алгоритмов автономного гибридного электротехнического комплекса с преобразователем энергии перепада температур .....     | 75  |
| 3.1 Математическое описание гибридного электротехнического комплекса с преобразователем перепада температур .....  | 75  |
| 3.2 Разработка системы управления контролем нагрузки источников энергии гибридной системы на основе ВИЭ .....  | 79  |
| 3.3 Разработка системы контроля уровня заряда аккумуляторных батарей гибридного комплекса с преобразователем перепада температур и с шиной постоянного тока..... | 81  |
| 3.4 Разработка принципиальной схемы гибридного электротехнического комплекса .....   | 84  |
| Выводы по третьей главе.....   | 86  |
| Глава 4 Разработка программного обеспечения комплекса по привязке к месту эксплуатации и его моделирование.....  | 87  |
| 4.1 Разработка алгоритма и программного обеспечения АРМ выбора места установки комплекса.....  | 87  |
| 4.2 Моделирование гибридного электротехнического комплекса малой мощности.....   | 97  |
| Выводы по четвертой главе.....   | 110 |
| Заключение .....   | 111 |
| Основные условные обозначения.....   | 112 |
| Список использованных источников и литературы .....  | 114 |
| Приложение А (обязательное) Программный код алгоритма входа в программу .....  | 123 |
| Приложение Б (обязательное) Программный код алгоритма выбора страны .....  | 126 |
| Приложение В (обязательное) Программный код алгоритма меню регионов Мьянмы .....   | 129 |

|  |     |
|--|-----|
| Приложение Г (обязательное) Программный код алгоритма выбора места<br>регионов Пегу .....  | 136 |
| Приложение Д (обязательное) Программный код алгоритма меню города<br>Пегу .....  | 141 |
| Приложение Е (обязательное) Программный код алгоритма суточного перепада<br>температур города Пегу в 2020 г., часть 1<br>(январь-февраль) .....  | 144 |
| Приложение Ж (обязательное) Программный код алгоритма суточного перепада<br>температур города Пегу в 2020 г., часть 2<br>(июль-декабрь) .....    | 150 |
| Приложение И (обязательное) Программный код алгоритма поиска значения<br>перепада температур в 2020 г. города Пегу .....                         | 157 |
| Приложение К (обязательное) Программный код алгоритма средних значений<br>перепада температур города Пегу по месяцам<br>выбранного периода ..... | 163 |
| Приложение Л (обязательное) Программный код алгоритма выбора региона<br>России.....  | 171 |
| Приложение М (обязательное) Программный код алгоритма выбора городов<br>Хабаровского края .....  | 185 |

## Введение

Как известно, рост валового внутреннего продукта (ВВП) и обусловленное с ним повышение благосостояния населения непосредственно связано с увеличением энергопотребления. Согласно прогнозам, мировое потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) к 2050 г. может достичь 23-29 млрд т условного топлива, при этом основная доля потребления приходится на энергетику, главной задачей которой является преобразование и передача электроэнергии. С другой стороны, обеспечить такой уровень энергопотребления за счет использования традиционных (классических) ресурсов (угля, газа, гидроэнергетических сооружений) весьма затруднительно и по ряду объективных факторов довольно дорого. Поэтому в последние два-три десятилетия активно осуществляется процесс интеграции в систему энергогенерации альтернативных источников энергии, среди которых определенное место занимают возобновляемые источники энергии.

В энергетике в зависимости от мощности вырабатываемой энергии используется определенная терминология: большая энергогенерация (для мощностей свыше мегаватта), малая энергогенерация (для установок порядка 100 кВт) и микрогенерация (для установок до 10 кВт) [1]. Это формирует и особые требования по интеграции альтернативных источников в соответствующую систему генерации. Не акцентируя внимание на принципах интеграции альтернативных источников в рамках большой интеграции в силу того, что дальнейшие исследования ориентированы на системы электроснабжения, используемые при малой и микрогенерации, остановимся на базовых особенностях таких систем. Системы энергоснабжения малой генерации, как правило, используются в качестве автономных источников для потребителей, территориально удаленных от центральных систем электроснабжения. В качестве основного элемента такого источника выступает дизель-генераторная установка. Высокая стоимость топлива, логистика доставки его приводят к тому, что стоимость киловатт часа выработки электроэнергии такого источника в десять раз и выше превышает среднестатистическую стоимость киловатт часа электроэнергии, выработанной источниками большой генерации. Поэтому в последние

годы появились технические решения, направленные на повышение эффективности таких генерирующих установок за счет интеграции в систему электроснабжения различного рода альтернативных источников, таких как ветрогенерирующие установки, солнечные панели, микроГЭС, волновые электростанции. При этом конфигурация такой комплексной (гибридной) системы электроснабжения определяется территориальной спецификой месторасположения и экономическими показателями.

При технической реализации гибридных систем электроснабжения микрогенерации основная задача по выработке электроэнергии возлагается на альтернативные источники (солнечные панели, ветрогенерирующие установки и др.), а в задачу дизель-генераторной установки входит внесение незначительной доли необходимой энергии в периоды, когда потребление превышает выработку от альтернативных источников. Следует отметить, что такие системы электроснабжения комплектуются аккумуляторными батареями, основное назначение которых –сглаживание графика энергопотребления, неравномерность которого в основном обусловлена нестационарностью выработки электроэнергии альтернативными источниками. При ориентации использования данных гибридных систем электроснабжения на целый класс потребителей, таких как удаленные сельскохозяйственные объекты (кочующие пастухи, охотничьи зимовья), а также автоматические метеостанции, устройства видеонаблюдения, точки экстренного вызова на удаленных дорогах и другое [1-2], применение в гибридной системе электроснабжения дизель-генераторного источника практически исключается. И тогда встает вопрос о снижении негативных факторов гибридной системы электроснабжения, обусловленных сильной зависимостью альтернативных источников от погодных условий. Например, ночью отсутствует солнце, при этом может отсутствовать ветер. В таких условиях полностью прерывается электроснабжение, что в целом снижает его надежность. Одним из возможных вариантов устранения вышеотмеченного недостатка является интеграция в гибридную систему электроснабжения дополнительного источника, выходные характеристики которого слабо зависят от погодных факторов.

На сегодняшний день известна и разрабатывается технология получения энергии за счет суточного перепада температур. Возможность получения энергии с помощью использования суточного перепада температур отличается стабильностью, так как перепад температур между днем и ночью в течение суток всегда есть и в любой точке земного шара, и обладает высокой экологической чистотой.

Физические принципы технической реализации такого преобразователя энергии базируются на изменении емкости специального конденсатора, содержащего между пластинами комбинированный диэлектрик с разными коэффициентами линейного расширения, линейные размеры которого зависят от перепада температуры.

Применение рассматриваемой технологии генерации электроэнергии за счет суточного перепада температур ориентировано на разработку технических решений в виде возобновляемого источника энергии. Отмечают ряд положительных свойств такой технологии получения энергии:

- возможность использования без привязки к определенному месту;
- стабильность и относительно невысокий удельный вес устройства;
- несложность использования и простота обслуживания;
- возможность использования модульного принципа наращивания мощности;
- экологически совершенно чистый источник энергии, необходимо указать и

на негативные стороны:

1) перепад температуры происходит относительно медленно – в течение суток. Поэтому такой перепад будет давать однократное изменение емкости в течение 24 ч, что указывает на низкую эффективность работы такого преобразователя;

2) для первичной зарядки такого преобразователя необходим первичный источник возбуждения.

Повысить эффективность работы преобразователя можно за счет применения материалов с заранее заданными свойствами, меняющих значение относительной диэлектрической проницаемости в заданных пределах. При использовании преобразователя суточного перепада температур в составе гибридной системы электропитания второй негативный фактор автоматически устраняется.

Очевидно, использование рассматриваемого альтернативного источника энергии в составе гибридного автономного электротехнического комплекса на основе возобновляемых источников энергии для электроснабжения потребует и разработки систем управления им, в том числе программного обеспечения, алгоритмов для управления. Сложность разрабатываемой системы управления гибридным комплексом состоит еще и в том, что значение суточного перепада температур день-ночь меняется в зависимости от местонахождения и времени года. Например, в летнее время температура суточного перепада меняется в пределах положительных (плюсовых) значений, в зимнее время значение перепада температур меняется в пределах отрицательных (минусовых).

На сегодняшний день гибридный комплекс автономного электроснабжения на основе полностью возобновляемых источников практически не исследован, отсутствует программное обеспечение работы систем его управления и контроль работы каждого элемента комплекса, отсутствуют данные о влиянии на его работу изменения перепада температур в течение месяца и года. Не разработано математическое описание процессов в системе комплекса, не исследована его работа при неопределенных воздействиях внешних источников. Нет программ систематизации и автоматизации ввода средних значений перепада температур в места установки комплекса в системы управления. Поэтому разработка и исследование гибридного комплекса на основе только возобновляемых источников энергии и дополненного предлагаемым источником, использующим эффект суточного перепада температур, является актуальным.

**Степень разработанности.** Среди отечественных исследователей, внесших значительный вклад в создание и развитие новых знаний в области гибридных источников энергогенерации, можно указать Н. И. Воропай, В. А. Зубакина, Н. Т. Рустамова, С. П. Кундас, Р. А. Амерханова, М. Ф. Носкова, Е. В. Соломина, С. П. Муровского и др.

**Цель диссертационной работы** – разработка новых научно обоснованных технических решений и алгоритмов управления альтернативным источником энергии на основе технологии, использующей суточный перепад температуры для

гибридного электротехнического комплекса на основе ВИЭ, позволяющих повысить устойчивость его работы.

Для достижения цели диссертационной работы были решены **следующие задачи:**

1) проведен анализ разработок различных систем генерации и накопления энергии, используемых для территориально удаленных маломощных потребителей;

2) разработан высокостабильный электротехнический комплекс системы электроснабжения гибридного типа с шиной постоянного тока на базе возобновляемых источников энергии, с дополнительным преобразователем энергии перепада температур;

3) разработаны новые технические решения по созданию электромеханического преобразователя энергии перепада температур;

4) созданы алгоритмы управления разработанным гибридным комплексом электроснабжения, ориентированные на учет годовых, месячных и суточных изменений температуры окружающей среды;

5) разработана имитационная модель гибридного комплекса электроснабжения в среде MATLAB.

**Объект исследования** – гибридный электротехнический комплекс электроснабжения малой мощности на основе возобновляемых источников энергии, дополненный преобразователем перепада температур с шиной постоянного тока, работающим на основе технологии перепада температур день-ночь.

**Предмет исследования:** средства, технические решения создания маломощных автономных гибридных электротехнических комплексов электроснабжения с шиной постоянного тока, с преобразователем энергии перепада температур день-ночь, алгоритмы управления режимами его работы.

**Научная новизна:**

1 Разработан гибридный электротехнический комплекс электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии, с преобразователем энергии перепада

температур, выходные параметры которого слабо зависят от климатических факторов.

2 Разработаны алгоритмы управления преобразователем энергии перепада температур в составе комплекса гибридной электростанции с учетом суточных и сезонных колебаний температуры в течение года, обеспечивающие повышение эффективности преобразования.

3 Результаты вычислительных исследований на разработанной имитационной модели гибридного электротехнического комплекса электроснабжения подтвердили теоретические исследования.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Решена научно-техническая задача по повышению стабильности функционирования гибридного источника электрогенерации малой мощности на базе возобновляемых источников энергии.

Разработан высокостабильный электротехнический комплекс системы электроснабжения гибридного типа с шиной постоянного тока на базе возобновляемых источников энергии, с дополнительным преобразователем энергии перепада температур. Созданы алгоритмы управления разработанным гибридным комплексом электроснабжения, ориентированные на учет годовых, месячных и суточных изменений температуры окружающей среды.

**Методология и методы исследования.** При выполнении работы автором применялись методы и методология исследования электротехнических систем, в основе которых лежат законы электротехники, математическая логика, инструментарий для математического и компьютерного моделирования, программная среда MATLAB/Simulink.

**Положения, выносимые на защиту:**

1 Разработан гибридный электротехнический комплекс с шиной постоянного тока, дополненный преобразователем энергии перепада температур, обеспечивающий более надежное электроснабжение потребителей малой мощности.

2 Разработаны новые технические решения по созданию электромеханического преобразователя энергии перепада температур.

3 Разработаны алгоритмы управления преобразователем энергии перепада температур в составе комплекса гибридной электростанции с учетом суточных и сезонных колебаний температуры в течение года.

4 Разработана имитационная модель гибридного комплекса электроснабжения в среде MATLAB, позволяющая исследовать стабильность электроснабжения при флуктуации климатических факторов и нагрузки.

**Личный вклад автора.** Разработал преобразователь энергии перепада температур в составе автономного гибридного комплекса с шиной постоянного тока и создал алгоритмы управления им. Разработал имитационную модель гибридного комплекса электроснабжения в среде MATLAB, выполнил численный эксперимент на созданной модели. Разработал алгоритмы защиты аккумуляторных батарей от разрядки. Создал программу автоматизированного расчета ежедневных значений перепада температур в течение года.

**Соответствие работы паспорту специальности.** Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»:

п. 2 «Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов».

п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления».

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность полученных автором данных достигается выбором математического аппарата, соответствующего поставленным задачам, корректностью принимаемых допущений, соответствием результатов, получаемых в процессе моделирования.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты исследований докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на следующих конференциях:

- Международная научно-техническая конференция «ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ АПК», 15-16 декабря 2022 г. на базе Федерального научного Агроинженерного центра ВИМ;

- Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов (г. Комсомольск-на-Амуре, 08-12 апреля 2019 г., КнАГУ);

- Международная мультидисциплинарная конференция по промышленному инжинирингу и современным технологиям (FarEastCon 2019), г. Владивосток;

- Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов» (г. Комсомольск-на-Амуре, 08-12 апреля 2020 г., КнАГУ);

- II Международная научно-практическая конференция «Альтернативная и интеллектуальная энергетика» (г. Воронеж, 16-18 сентября 2020 г.).

**Публикации.** По результатам выполненных исследовательских работ было опубликовано 14 работ, в том числе 6 статей ВАК РФ, 6 статей, включенных в базу цитирования Scopus, получено 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

**Структура работы.** Диссертационная работа включает в себя введение, 4 главы, заключение. Написана на 189 страницах, содержит 60 рисунков, 2 таблицы, 11 приложений с листингами созданной программы. Список литературы состоит из 67 наименований.

# **Глава 1 Анализ технологических и технических решений автономных систем электроснабжения для территориально удаленных потребителей**

## **1.1 Обзор технологий энергетических систем возобновляемой энергетики, их проблем и недостатков**

Энергетические проблемы выходят на первое место в мире среди важнейших проблем и задач, которые предстоит решить обществу в XXI в. Сложившаяся ресурсная база энергетики, на которой строится вся хозяйственная деятельность человечества, исчерпаема, причем уже в обозримом будущем. Отсюда вопросы энергосбережения, развития и внедрения систем альтернативной энергетики или возобновляемых источников энергии (ВИЭ) становятся одними из самых актуальных. На сегодняшний день ВИЭ являются важным элементом «чистой» промышленности [1].

Использование ВИЭ является одной из важнейших задач, вытекающих из Федерального закона «Об энергосбережении» № 261-ФЗ от 23.11.2009, во всех регионах России.

На законодательном уровне применительно к альтернативной энергетике чаще всего используется термин «возобновляемые источники энергии». В «Законе об электроэнергетике» от 26.03.2003 № 35-ФЗ под такими источниками понимаются:

- энергия солнца;
- энергия ветра;
- энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях;
- энергия приливов;
- энергия волн водных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, океанов;

- геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей;

- низко потенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей;

- биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива;

- биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) с каждым годом становятся все более заметными в мировой энергетике. В США и странах Евросоюза доля ВИЭ в общем объеме производства вплотную приближается к 25 %.

Основными странами лидерами по производству, вводу мощностей ВИЭ и инвестированию в новые энерготехнологии на протяжении последних трех лет являются Китай, США, Бразилия, Индия, Германия (рисунок 1.1). Россия в 2019 г. занимала в рейтинге по данному показателю 59 место.

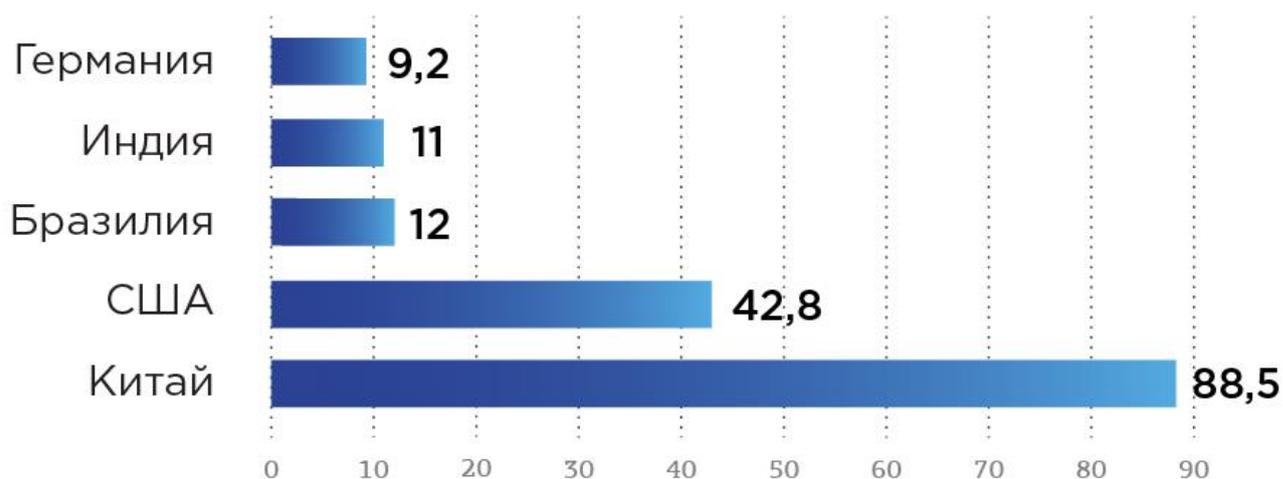


Рисунок 1.1 – Глобальные инвестиции в ВИЭ в мире за 2006–2019 гг., млрд долл.

Рассмотрим кратко различные технологии возобновляемой энергетики [2].

**Солнечная энергетика.** Среди основных проблем солнечной энергетики можно выделить непостоянность и непредсказуемость основного источника энергии, зависимость от погодных и климатических условий и обусловленная этим необходимость в накопителях энергии или дополнительных источниках энергии. Кроме того, характерной особенностью традиционных фотоэлектрических модулей (ФЭМ) и до 40 % для концентрирующих ФЭМ является низкая энергоемкость (~8-12 м<sup>2</sup>/кВт), вследствие чего под ФЭС требуются большие территории.

Наиболее перспективными из технологий производства ФЭМ для солнечной энергетики следует признать:

- применение усовершенствованных неорганических тонкопленочных ФЭМ, таких как сферические ФЭМ на основе селенида меди-индия (CIS) и тонкопленочные поликристаллические кремниевые ФЭМ;
- производство органических ФЭМ (таких как фотосенсибилизированные красителем ФЭМ на основе органических полимеров);
- совершенствование производства термо-фотоэлектрических (TPV) ячеек с узкой запрещенной зоной (low gap-band).

При этом в работе отмечается, что основные исследования в области развития фотоэлектрических технологий направлены на снижение себестоимости фотоэлектрических модулей, которая может быть достигнута за счет улучшения одного из факторов:

- повышения КПД фотоэлектрических модулей I и II поколения;
- снижения потребления материалов – использования пленочных ФЭМ;
- повышения энергоемкости – уменьшения поверхности ФЭМ;
- использования органических материалов взамен дефицитного сырья (такого как серебро, индий, теллур, свинец и кадмий).

Как было отмечено выше, реализация источника энергии на основе солнечных панелей требует использование накопителей энергии, которые аккумулируют электроэнергию в периоды ее избытка и отдают ее в моменты нехватки солнца, а также преобразователя (инвертора).

Основным недостатком использования солнечных панелей для питания автономных объектов является непостоянство потока солнечной энергии, т.к. интенсивность солнечного излучения зависит от времени года, суток и метеоусловий. Солнечные панели прекращают свою работу в ночной период, а также в периоды снежных осадков, сильную облачность, туман.

К недостаткам можно также отнести зависимость эффективности работы системы электроснабжения от ее запыленности или загрязнения поверхности, необходимость постоянной очистки панелей батарей от загрязнения, снежных заносов.

**Гелиотермальная энергетика.** Здесь подход немного другой, солнечное излучение используется для нагревания сосуда с жидкостью. Благодаря этому она превращается в пар, который вращает турбину, что приводит к выработке электричества. Основным принцип заключается в том, что котел с водой располагается на опорах, вокруг расположено поле из зеркал, направляющих солнечные лучи на поверхность котла. При этом система управления приводами поворота зеркал постоянно обеспечивает максимальную концентрацию солнечной энергии независимо от расположения солнца. Под воздействием концентрированной солнечной энергии вода в башне нагревается и становится паром. Так возникает давление, и пар начинает вращать турбину, вследствие чего выделяется электричество. Мощность станции на основе такой технологии может достигать порядка 400 МВт, что вполне сопоставимо со средней мощностью ТЭЦ в Москве.

Самый наглядный пример использования данной технологии – это станция Иванпа Солар в пустыне Мохаве. Она является крупнейшей в мире солнечной гелиотермальной электростанцией.

Недостаток таких систем такой же: требуются большая территория и значительные площади, а также усложненная конструкция парового оборудования.

**Солнечные аэростатные электростанции.** Это оригинальное решение хоть и не получило широкого применения, но все же имеет место быть.

Сама установка состоит из четырех основных частей:

1) аэростата, располагаемого в небе, собирая солнечное излучение. Внутрь шара поступает вода, которая быстро нагревается, становясь паром;

2) паропровода – по нему пар под давлением спускается к турбине, заставляя ее вращаться;

3) турбины – под воздействием потока пара она вращается, вырабатывая электрическую энергию;

4) конденсатора и насоса – пар, прошедший через турбину, конденсируется в воду и поднимается в аэростат с помощью насоса, где снова разогревается до паробразного состояния.

Недостаток аэростатных электростанций – сложность обслуживания, невозможность получения значительных мощностей и серьезные движения самолетов и в целом помехи авиасообщению.

Резюмируя вышеотмеченное, можно выделить следующие основные преимущества и недостатки солнечной технологии получения энергии.

#### *Преимущества:*

1 Возобновляемость (это возобновляемый источник энергии в отличие от ископаемых видов топлива – угля, нефти, газа, которые не восстанавливаются).

2 Практическая неисчерпаемость. Потенциал солнечной энергии огромен – поверхность Земли облучается 120 тыс. тераваттами солнечного света, а это в 20 тыс. раз превышает общемировую потребность в ней.

3 Доступность. Помимо прочих достоинств солнечной энергии, она доступна в каждой точке мира – не только в экваториальной зоне Земли, но и в северных широтах.

4 Экологическая чистота. В свете последних тенденций в борьбе за экологическую чистоту Земли солнечная энергетика – это наиболее перспективная отрасль. Производство, транспортировка, монтаж и использование солнечных электростанций практически не сопровождаются вредными выбросами в атмосферу.

5 Бесшумность. За счет того, что в системах на солнечном ресурсе нет никаких движущихся узлов, как, например, в генераторах, выработка электроэнергии происходит бесшумно.

#### *Недостатки солнечных источников энергии:*

1 Занимают большие площади земли.

2 **Нестабильность.** За счет того, что солнечный свет отсутствует в ночное время, а также в пасмурные и дождливые дни, солнечная энергия не может служить основным источником электроэнергии.

3 **Высокая стоимость аккумуляирования энергии.** Аккумуляторные батареи, позволяющие накапливать энергию и сглаживать в какой-то мере нестабильность поступления солнечной энергии, отличает высокая цена, доступная не каждому потребителю.

4 **Использование дорогостоящих и редких компонентов.** Выпуск тонкопленочных солнечных панелей требует применения теллурида кадмия (CdTe) или селенида меди индия галлия (CIGS), которые являются редкими и дорогостоящими, что влечет за собой удорожание системы альтернативного энергоснабжения в целом.

5 **Малая плотность мощности.** Одним из важных параметров источника электроэнергии выступает средняя плотность мощности ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) и характеризующая количество энергии, которое можно получить с единицы площади энергоносителя. Данный показатель для солнечного излучения составляет  $170 \text{ Вт}/\text{м}^2$ . По этой причине для выработки 1 кВт электроэнергии из солнечного тепла требуется значительная площадь солнечных панелей.

**Ветроэнергетика.** Ветроэнергетика является одним из наиболее популярных и быстро развивающихся направлений альтернативной энергетики. Перспективы развития ветроэнергетики в мире носят положительный тренд. Тем не менее ее распространение также ограничивается нестабильностью ветровой нагрузки, что отражается на непостоянстве генерации данного источника энергии, нарушением эстетического пейзажа ввиду размещения огромных 100-метровых ветровых установок и сложностями с подключением к существующим сетям ввиду удаленности наиболее благоприятных территорий для установки ветрогенераторов от существующей инфраструктуры [3-6].

Среди новых перспективных разработок, использующих энергию ветра, можно выделить: летающие ветряные турбины, ветряную линзу. Ветряная линза (Япония, университет Кюсю) – направленное внутрь изогнутое кольцо,

располагающееся по периметру окружности, описываемой лопастями турбины при вращении. Увеличивает мощность ветряной турбины втрое при одновременном уменьшении уровня шума, имеет наибольший потенциал использования в открытом море; ветряные турбины с вертикальной осью. Windspire – вертикальная турбина высотой около 10 м и шириной около 1,5 м, применяемая к использованию в городских условиях.

Следует подчеркнуть, что наиболее перспективными технологиями в ветроэнергетике станут те, которые позволят снизить зависимость их эффективности от размеров турбин, как, например, Wind Harvester или Windspire, Altaeros Airborne Wind Turbine. По оценке аналитиков, перспективы роста рынка внушают оптимизм, прогноз на ближайшие пять лет предусматривает увеличение прироста ветроэнергетики. На это указывает и ежегодный объем прироста мощности ветроэнергетических установок, так, например, к 2024 г. общее производство энергии ветроустановками должно достичь 940 ГВт. Огромный потенциал имеется в Аргентине, Южной Африке, Мексике и России.

Основные недостатки технологии ветроэнергетики:

1 Зависимость от ветра. Ветер иногда может отсутствовать, или его сила будет недостаточна. Это приведет к полной остановке подачи электричества и к связанным с этим проблемам.

2 Стартовая стоимость. Оборудование ветроэнергетической системы (ВЭС) весьма затратно, и одномоментная перестройка хозяйства под получение электричества по такой технологии – не дешевая операция. Помимо самих станций, требуются накопители энергии – аккумуляторы, которые имеют ограниченный срок эксплуатации.

3 Шум ветроприемников, создающий дискомфорт, особенно в случае одновременной работы большого количества ВЭС.

4 Изменение природного ландшафта. С точки зрения эстетики, конечно, обилие мачт с вращающимися лопастями не добавляет красоты окружающей природе. Вопрос в том, что внешне уродует природу сильнее.

5 Большие площади. Если установка компактных ВЭС выгодна, то для этого необходима их установка в больших количествах, что приводит к использованию больших площадей.

**Биоэнергетика.** Биоэнергетика – это перспективное направление энергетической отрасли, получение энергии из топлива биологического происхождения. Развитие биоэнергетики предполагает более широкое внедрение в жизнь процесса получения энергии из различных видов топлива. Это в первую очередь твердое сырье – остатки и отходы древесины, спрессованные в специальные гранулы – пеллеты. Они производятся также из подсолнечной лузги, из соломы. В качестве твердого топлива используются и щепа, и брикеты из отходов растительного сырья.

Биоэнергетика рассматривает также и работу систем и устройств на биогазе, который получается в процессе метанового или водородного брожения биологического сырья. К такому относится и жидкое биотопливо – биодизель, метанол и этанол.

Недостаток – большие посевные площади используются для производства топлива, а не продуктов питания.

**Приливная и волновая электроэнергетика.** В приливной и волновой энергетике используется кинетическая энергия воды. Основное отличие состоит в том, что в приливной энергетике используется энергия морских приливов и отливов за счет перепада в уровне воды, тогда как в волновой энергетике используются водные течения и колебания волн [7-10].

Приливная электростанция – это комплекс инженерных систем, при помощи которых энергия от движения воды, или кинетическая энергия воды, преобразуется в электрическую. Характер работы циклический, что обусловлено периодичностью приливов и отливов. В период покоя, а это происходит, когда отлив заканчивается или только начинается прилив, кинетическая энергия воды мала, и ее недостаточно. Этот период длится 1-2 ч. В активный период ее продолжительность 4-5 ч, энергия водных масс преобразуется в электрическую энергию. Циклы в течение суток повторяются 4 раза [9, 10].

В волновой энергетике большинство исследуемых технологий все еще находятся на стадии разработки или экспериментальных испытаний. Недостаток данного способа получения энергии – приливные электростанции располагаются только в местах приливов и отливов на берегах морей и океанов, что тоже усложняет передачу энергии на большие расстояния. Сооружение плотины приводит к увеличению амплитуды прилива. Даже небольшое повышение амплитуды прилива вызовет значительное изменение распределения грунтовых вод в береговой зоне, увеличит зону затопления, нарушит циркуляцию водных масс, изменит ледовый режим в части бассейна за плотиной. Поэтому такую энергетiku следует рассматривать только как дополнительный источник энергии, который может иметь значение только в некоторых районах мира.

**Геотермальная энергетика.** Геотермальная энергия – это энергия внутренних областей Земли, запасенная в горячей воде или водяном паре. Наиболее доступна геотермальная энергетика в зонах повышенной вулканической деятельности.

Недостаток геотермальной энергетики – привязка к районам, где есть места горячих гейзеров, вулканов, зачастую очень удаленным.

## **1.2 Обзор автономных гибридных электротехнических комплексов на основе возобновляемых источников энергии небольшой мощности**

Одна из ключевых тенденций в развивающемся энергетическом секторе мира – появление гибридных электротехнических комплексов (ГЭК). Эти комплексы могут различаться по составу подсистем, связям (например, локальные, физические и операционные) и областям применения (для личного пользования или для бизнеса). ГЭК также может быть сконфигурирован для производства энергоносителей разных видов (например, электроэнергии и жидкого синтетического топлива). Если производится только электричество, то возможны комбинации разных технологий электрогенерации в сочетании с накопителями энергии. В некоторых случаях ГЭК может быть реализован на промышленном предприятии [5-7, 12, 13].

Гибридные электротехнические системы являются одной из новых и перспективных технологий. Такие гибридные системы становятся все более популярными в связи со снижением цен на солнечные панели и рост цен на другие виды электроэнергии, а также ввиду ужесточения экологической политики государств.

Гибридные электротехнические системы могут обеспечить надежное автономное питание для домов, ферм или даже целых населенных пунктов (например, проект совместного проживания), которые находятся далеко от ближайших инженерных сетей [15, 18].

Основным нормативным документом, который регламентирует использование электростанций на базе ВИЭ, является группа стандартов ГОСТ 56124–2014, который является аналогом международного регламентирующего документа IEC/TS 62257-1:2003, и, в частности, ГОСТ Р 56124.7.1–2014 «Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации».

Согласно этому стандарту, гибридная электротехническая система – энергетическая электротехническая система с несколькими источниками электрической энергии (генераторами), использующими не менее двух разных технологий производства электроэнергии.

В целом, согласно вышеприведенным стандартам, децентрализованные системы электроснабжения подразделяются на два основных вида:

- 1) источники собственного энергопотребления (ИСЭ), которые поставляют электроэнергию одному потребителю (как правило, с одним источником энергии);
- 2) комплексные источники энергопотребления (КСЭ), которые поставляют электроэнергию нескольким потребителям с помощью одного или нескольких источников энергии.

С точки зрения структурного построения ИСЭ состоят из двух подсистем:

- 1) подсистемы генерирования электроэнергии;
- 2) подсистемы потребления электроэнергии (электроустановок пользователя); а КСЭ состоят из трех подсистем:

- а) подсистемы генерирования электроэнергии (данная подсистема связана с

микроэлектростанцией);

б) подсистемы распределения электроэнергии (данная подсистема связана с микрораспределением (микросеть));

в) подсистемы индивидуального потребления, в том числе электропроводки и электроустановок пользователей.

В данном случае под микроэлектростанцией понимается комбинированное устройство генерации электроэнергии от нескольких возобновляемых источников с возможностью накопления ее в аккумуляторах.

Такой подход в построении гибридных микроэлектростанций позволяет повысить стабильность электроснабжения, особенно в тех случаях, когда у потребителя должно быть обеспечено непрерывное электроснабжение в течение практически всех суток. При этом электрическая энергия производится от ВИЭ (когда доступны) и накапливается в аккумуляторах. Наиболее широко распространенный вид гибридной автономной электростанции на основе ВИЭ представлен на рисунке 1.2.

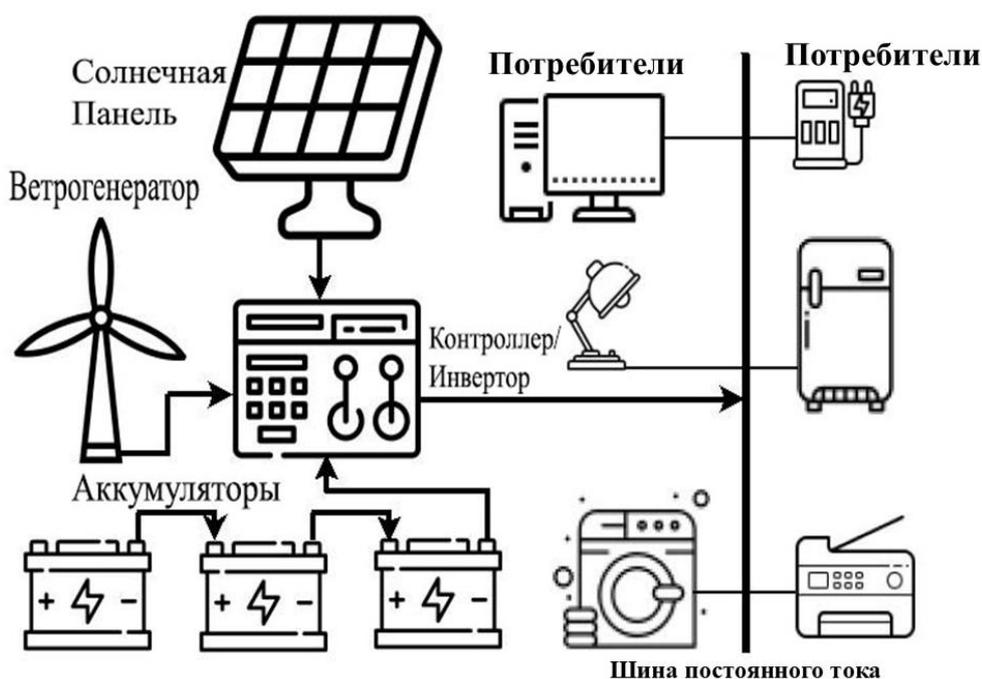


Рисунок 1.2 – Гибридная энергосистема на основе ВИЭ

В общем случае такая электротехническая гибридная электростанция состоит из следующих компонентов:

1) ветроэлектрической установки;

- 2) фотоэлектрических модулей;
- 3) контроллера заряда для солнечных батарей;
- 4) инвертора (в зависимости от требований потребителя инвертор может быть как с синусоидальной формой напряжения на выходе, так и квазисинусоидальной);
- 5) аккумуляторных батарей, хорошо переносящих режимы глубокого цикло-вания напряжением;
- 6) набора электромонтажного оборудования.

Такая комплектация гибридной электростанции обусловлена широкой доступностью и сравнительно высокой энергоэффективностью альтернативных источников. С другой стороны, ветрогенераторы и солнечные панели хорошо дополняют друг друга (первые малопроизводительны летом, вторые – зимой), что в целом обеспечивает довольно устойчивую работу электростанции. По соединению гибридной электроустановки с потребителем они подразделяются на комплексы с шиной постоянного [5, 6, 10, 25] и переменного [5, 25] тока. Каждый из отмеченных видов построения имеет свои положительные и отрицательные стороны. Так, например, соединение элементов системы на стороне переменного тока обладает наибольшей гибкостью и возможностью вариации и наращивания гибридной установки. К положительным аспектам соединения на постоянном токе можно отнести простоту реализации.

При выборе схемной реализации построения гибридного источника, как правило, ориентируются на следующие условия:

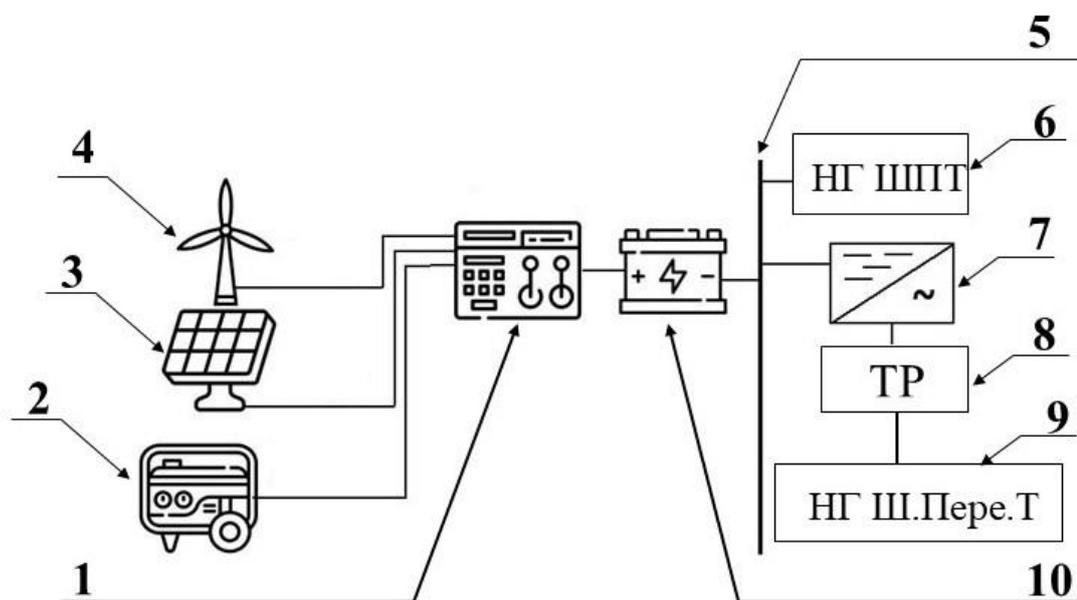
- если основное потребление имеет место в темное время суток, т.е. большую часть суток энергия должна храниться в аккумуляторных батареях, то в этом случае целесообразно соединение по постоянному току;

- если большая часть энергии потребляется днем, т.е. когда и большая часть вырабатываемой энергии приходится на солнечные батареи, то лучше применять соединения по переменному току (в этом случае будет на одно преобразование энергии меньше).

Кроме того, при построении маломощных систем энергоснабжения используется конфигурация с соединением различных источников энергии на стороне постоянного тока.

Если потребитель относится к объектам средней мощности, то комбинацию из альтернативных источников энергии дополняют источником, вырабатывающим электроэнергию традиционным способом. Известны решения, когда энергии возобновляемых источников недостаточно, система микрогенерации дополняется дизель-генератором [21-24].

Гибридная электроустановка на основе ВИЭ, в которой дополнительно установлен бензиновый или дизельный генератор, показана на рисунке 1.3.



- 1 – контроллер; 2 – дизель или бензиновый генератор; 3 – солнечная панель;  
 4 – ветрогенератор; 5 – шина постоянного тока; 6 – нагрузка шины постоянного  
 тока; 7 – инвертор; 8 – трансформатор; 9 – нагрузка шины переменного тока;  
 10 – аккумулятор

Рисунок 1.3 – Гибридная электротехническая энергосистема на основе ВИЭ с бензиновым или дизельным агрегатом питания

В силу того, что разрабатываемая гибридная электростанция ориентирована на потребителя малой мощности, то в дальнейшем при структурном и параметрическом синтезе системы электроснабжения будем опираться на систему с шиной

постоянного тока. В этом случае в качестве базовых характеристик будут выступать:

- номинальная мощность гибридной электростанции (Вт). Она определяется суммарной мощностью потребителей на стороне переменного тока, которые могут быть включены одновременно. Значение этой мощности в первую очередь влияет на мощность инвертора;

- номинальное напряжение шины постоянного тока (В). Определяется номинальным напряжением аккумуляторов, способом их соединения и составляет 12 В или 24 В (реже 48 В или 120 В). Солнечные батареи, ветрогенератор, контроллер заряда и инвертор должны быть рассчитаны на данное напряжение.

На выбор напряжения шины постоянного тока может оказывать влияние и напряжение питания основных потребителей, запитываемых непосредственно от шины (зарядное устройство мобильного телефона, светодиодные светильники, ноутбук и др.). При таких потребителях эффективность гибридной установки повышается, т.к. исключается процесс дополнительного преобразования энергии.

Реализация гибридной электростанции для питания маломощного потребителя, характерной особенностью которого является непрерывность электроснабжения в течение суток только на базе вышеуказанных альтернативных источников энергии, обладает существенным недостатком – сильной зависимостью от погодных условий. Например, ночью отсутствует солнце, а также может отсутствовать ветер. В конечном итоге это может привести к прекращению электроснабжения. Завышение мощности альтернативных источников не рационально, т.к. сильно снижает экономичность установки. Поэтому появляется задача ослабления отмеченного недостатка за счет использования новых, относительно недорогих видов альтернативных источников, что позволит повысить надежность электроснабжения.

### 1.3 Обзор автономных потребителей малой мощности

Проанализировав возможные принципы построения гибридных электростанций, попробуем выделить ряд объектов электроснабжения, питание которых целесообразно и желательно осуществлять от электростанций такого вида.

В первую очередь к потребителям данного типа следует отнести автоматические метеостанции. Как известно, одна из важнейших задач информирования населения сегодня – это информация о прогнозе состояния погоды. Кроме того, для составления карт точного прогноза необходимо постоянно собирать информацию о температуре, характере ветра, облачности и другое по всей территории, для которой составляется прогноз. Данная информация собирается с помощью сети гидрометеостанций. На сегодняшний день сбор этой информации производится с помощью автономных автоматических метеостанций.

В качестве еще одного аргумента, указывающего на целесообразность использования для таких потребителей гибридных электростанций на базе альтернативных источников энергии, является удаленность расположения их от централизованного электроснабжения.

Электроснабжение таких метеостанций, как правило, осуществляется с помощью гибридного комплекса, работающего от ВИЭ – солнечных панелей и микроветроэлектростанций с аккумуляторными батареями.

Остановимся на технических характеристиках некоторых из них.

*Станции автоматические метеорологические типа «СОКОЛ-М1»* предназначены для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, температуры почвы, температуры воды, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, количества и интенсивности осадков, ультрафиолетовой солнечной радиации [26].

В рабочую функцию станции входит индикация гидрометеорологических параметров: влажности почвы, влажности листа, концентрации углекислого газа в почве.

Кроме измерений и индикации гидрометеорологических параметров, станции «СОКОЛ-М1» осуществляют видеозапись явлений погоды в точке наблюдения с помощью цифровой видеокамеры.

Принцип действия станций «СОКОЛ-М1» основан на измерении метеорологических параметров первичными измерительными преобразователями.

Характеристики метеостанции по системе электроснабжения следующие:

- напряжение питания от сети постоянного тока (В) – 5;
- потребляемая мощность (Вт) – 10;
- емкость аккумуляторных батарей (А·ч) – 8.

*Метеостанции автоматические типа WXT530* (далее – метеостанции WXT530) предназначены для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, количества атмосферных осадков.

Принцип действия метеостанции WXT530 основан на измерении первичными измерительными преобразователями метеорологических параметров [27].

Измерения температуры воздуха производятся термометром сопротивления THERMOCAP, относительной влажности воздуха – емкостным преобразователем HUMICAP 180, атмосферного давления – емкостным преобразователем мембранного типа BAROCAP, скорости и направления воздушного потока – ультразвуковым преобразователем WINDCAP, количества атмосферных осадков – пьезоэлектрическим преобразователем RAINCAP. Измеренные метеорологические параметры преобразуются в цифровой код преобразователями измерительными (контроллерами) и передаются на персональный компьютер (далее – ПК).

Характеристики метеостанции WXT530 по системе электроснабжения приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристики метеостанции WXT530 по системе электроснабжения

| Характеристика  | Параметры  |
|---|------------|
| Электрическое питание от источника постоянного тока – напряжение, В | От 6 до 24 |
| Потребляемая мощность, не более, Вт                                 | 17         |
| Средняя наработка на отказ, ч                                       | 10 000     |

*Автоматическая дорожная метеостанция «КОНДОР».* Метеостанция представляет собой набор метеорологического оборудования под управлением единого блока обработки сигналов и позволяет дорожным службам контролировать параметры погоды и состояние дороги для быстрого реагирования на неблагоприятные условия погоды на дальних трассах. Функциональная схема метеостанции «Кондор» показана на рисунке 1.4 [28].

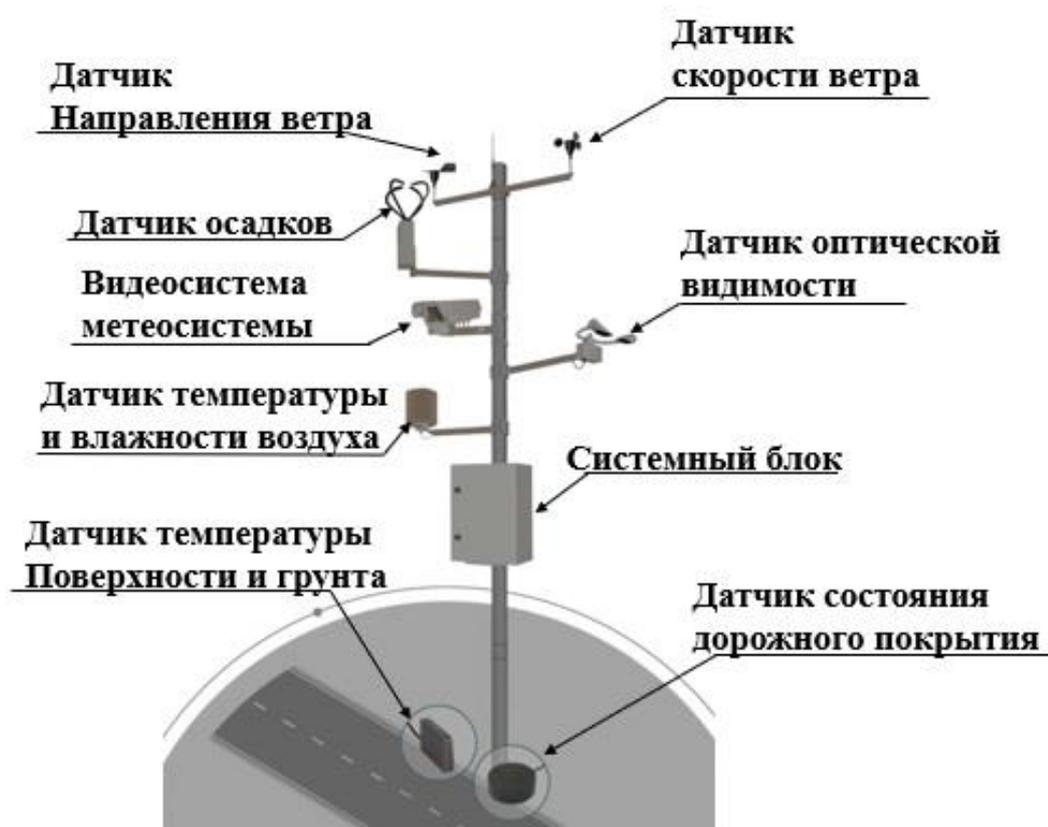


Рисунок 1.4 – Функциональная схема метеостанции «КОНДОР»

К потребителям малой мощности, для которых целесообразно для энергоснабжения использовать гибридную электростанцию на основе ВИЭ, можно отнести:

- видеокамеры на удаленных трассах о состоянии дорожного покрытия и аварийных ситуаций;
- фотоловушки, устанавливаемые для наблюдения (например, за дикими зверьми).

Характеристики метеостанции «КОНДОР» по системе электроснабжения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики метеостанции «КОНДОР» по системе электроснабжения

| Характеристика                         | Параметры      |
|--|----------------|
| Напряжение питания постоянного тока, В | 12±0,6         |
| Максимальная потребляемая мощность, Вт | 0,8            |
| Энергопотребление                      | Не более 15 Вт |

Охарактеризуем некоторые из них:

1 IP-камера погоды/наблюдения (SKU: 3R CAM0308M)

IP-камера погоды/наблюдения (рисунок 1.5) записывает изображения с высокой детализацией и автоматически отправляет их в Интернет для удаленного мониторинга из любого места и с любого устройства [29].



Рисунок 1.5 – IP-камера погоды/наблюдения (SKU: 3R CAM0308M)

Характеристики IP-камеры погоды/наблюдения (SKU: 3R CAM0308M): напряжение источника питания 12 В постоянного тока; потребляемая мощность 1,1 Вт (макс.).

### *2 Фотоловушка Turbosky CT-02 7182\_b*

Фотоловушка Turbosky CT-02 7182\_b (рисунок 1.6) – это фоторегистратор, в который встроен датчик движения. Фотоловушка для охраны обладает функцией инфракрасного наблюдения ночного видения и 12-мегапиксельной HD-камерой, что позволит без проблем отслеживать передвижения ночью. Батарея 4 А·ч [30].



Рисунок 1.6 – Фотоловушка Turbosky CT-02 7182\_b

### *3 Фотоловушка Suntek HC-900LTE-LI*

Suntek HC-900LTE-LI (рисунок 1.7) – уличная автономная Full HD-камера, оснащенная инфракрасным датчиком движения с углом детекции 120°. При обнаружении движения устройство фотографирует объект в разрешении до 20 Мп или записывает видео в качестве Full HD 1920×1080р. Благодаря инфракрасной подсветке с дальностью 25 м устройство способно вести качественную съемку даже в полной темноте [31].



Рисунок 1.7 – Фотоловушка Suntek HC-900LTE-LI

Питание – Li-ion аккумуляторная (установлена) или внешнее питание DC 12 В, 1,5 А.

#### *4 Филин JET MMC*

Филин JET MMC (рисунок 1.8) – версия с отправкой данных по каналам связи 2G. Позволяет удаленно просматривать отснятые материалы по MMC и электронной почте. Имеет внушительный блок 44 современных инфракрасных светодиодов, что позволяет ей работать даже в полной темноте и распознавать объекты до 30 м! Продвинутая камера 30 Мп с интерполяцией поможет разглядеть даже самые мелкие объекты в кадре. Современный датчик движения расширенного диапазона не упустит ни один объект без фиксации [32].



Рисунок 1.8 – Фотоловушка Филин JET MMC

Схема электропитания устройства позволяет использовать три различных источника: батарейки 8 шт., внешние аккумуляторы и питание напрямую от сети 220 В.

**Выводы по первой главе:**

1 Рассмотрены различные принципы использования альтернативных видов энергии для преобразования ее в электрическую. Показано, что для потребителей малой мощности наиболее целесообразно ориентироваться на энергию солнца и ветра.

2 Определен класс объектов электропотребления, ориентированных на использование гибридных источников электроэнергии на базе ВИЭ.

3 Показано, что гибридные электроустановки для данного класса потребителей целесообразно выполнять на схеме с шиной постоянного тока.

4 Показано, что для повышения надежности и устойчивости электропотребления при непрерывном характере среднесуточного использования электроэнергии гибридная электростанция, реализованная на основе солнечных батарей и микроветрогенератора, требует дополнительного включения в состав станции альтернативного ВИЭ, свободного от влияния климатических условий.

## **Глава 2 Разработка и исследование преобразователя энергии перепада температур и систем его управления в составе гибридного комплекса для автономных потребителей малой мощности**

### **2.1 Разработка электромеханического преобразователя энергии перепада температур в составе гибридного комплекса, теоретический анализ его работы**

Технология получения энергии с помощью электромеханического преобразователя перепада температур кратко сводится к следующей концепции [33].

Электромеханический преобразователь перепада температур – это электромеханическое устройство, основу которого составляет накопитель энергии в виде конденсатора с подвижной обкладкой. Между пластинами конденсатора находится диэлектрик с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости (ОДП). К подвижной пластине специальным образом крепится стержень с высоким температурным коэффициентом линейного расширения.

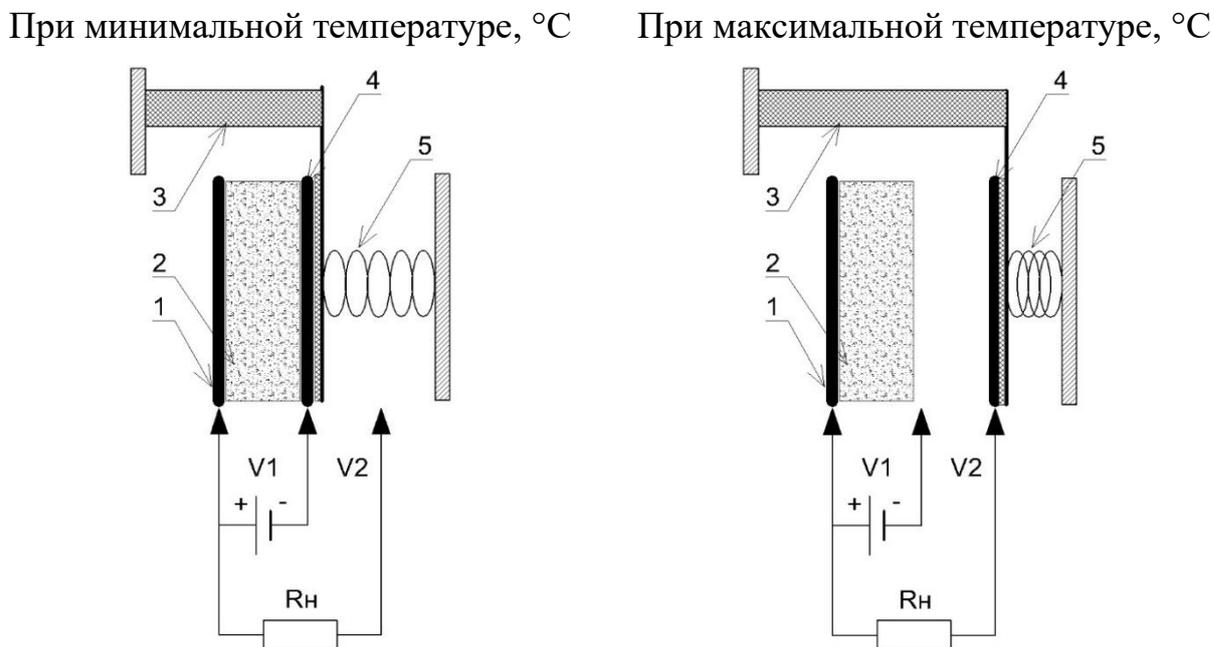
Накопленный заряд в конденсаторе прямо пропорционален произведению напряжения на обкладках и значению его емкости. Емкость конденсатора прямо пропорциональна площади пластин, значению относительной диэлектрической проницаемости диэлектрика, помещенного между пластинами, и обратно пропорциональна расстоянию между пластинами.

Зависимость величины емкости от свойств диэлектрика и расстояния между обкладками позволяет получить приращение энергии на конденсаторе, перемещая одну из обкладок конденсатора за счет изменения физического состояния твердых тел, их расширения или сжатия при перепадах температур. Вариант такого использования – это изменение относительной диэлектрической проницаемости (ОДП) диэлектрика при скачкообразном его изменении, например, в емкостных генераторах и увеличении воздушного зазора между пластинами конденсатора.

Относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика может меняться в довольно широких пределах. Здесь движение пластины осуществляется с

помощью активного диэлектрического стержня, или бруска, который меняет свои линейные размеры под действием изменения температуры окружающей среды.

Схематически устройство преобразователя показано на рисунке 2.1.



1 – неподвижная пластина конденсатора; 2 – диэлектрик с большим значением диэлектрической проницаемости (сегнетоэлектрик); 3 – диэлектрик, максимально изменяющий свой линейный размер при изменении температуры; 4 – подвижная пластина конденсатора; 5 – пружина

Рисунок 2.1 – Общая схема преобразователя энергии на основе использования технологии перепада температур

Преобразователь энергии на основе перепада температур представляет собой две пластины конденсатора, одна из которых закреплена неподвижно, а вторая подвижная. Между подвижной и неподвижной пластинами конденсатора помещен диэлектрический материал 2. Диэлектрик 2 имеет высокую ОДП и выполняет задачу повышения емкости конденсатора. Диэлектрик 3 исполняет роль активного стержня, задачей которого является создание воздушного зазора путем перемещения подвижной пластины при увеличении температуры. Движение подвижной пластины 4 осуществляется силой, которая возникает при изменении линейных

размеров активного стержня 3 под действием изменения температуры окружающей среды.

Основное различие между диэлектриками 2 и 3 – разный коэффициент линейного расширения  $KL$ . Причем коэффициент линейного расширения  $KL_2$  диэлектрика 2 будет меньше коэффициента  $KL_3$  диэлектрика 3, т.е.  $KL_3 > KL_2$ .

Если зарядить конденсатор и отключить его от источника питания, то заряд на нем остается постоянным. Увеличивая расстояние между пластинами 1 и 2 конденсатора за счет внешних сил 3, получим уменьшение его емкости и увеличение энергии за счет возрастания напряжения на обкладках (рисунок 2.2).

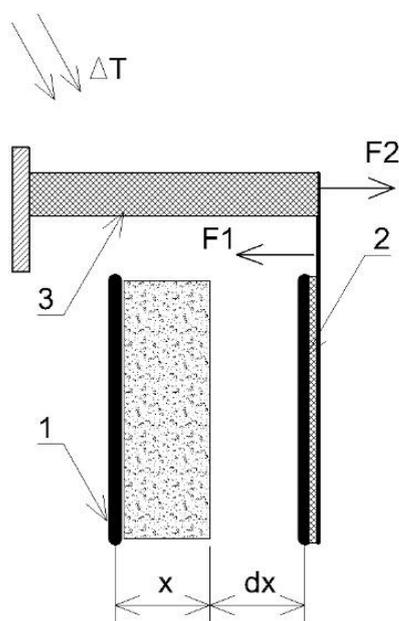


Рисунок 2.2 – Распределение сил, действующих на подвижную пластину конденсатора

Здесь имеют место действия двух разнонаправленных сил: притяжения пластин конденсатора  $F_1$  и силы  $F_2$  давления активного стержня, удлиняющегося под действием тепла  $\Delta T$ . Для того чтобы преобразователь работал, необходимо выполнение условия  $F_2 > F_1$ . Сила притяжения пластин конденсатора  $F_1$  (кулоновская) зависит от зарядов на пластинах и конечна. С ростом температуры увеличивается

среднее расстояние между атомами и молекулами, в результате чего твердые тела расширяются. Поэтому сила давления  $F_2$  имеет атомарную природу и намного выше  $F_1$ .

При удалении пластины конденсатора 2 от другой 1 изменяется энергия системы и совершается работа за счет силы теплового расширения активного стержня под действием его нагрева от перепада температур

$$A = F \cdot dx, \quad (2.1)$$

где  $A$  – работа;

$F = (F_2 - F_1)$  – результирующая сила, под действием которой совершается работа;

$dx$  – перемещение подвижной пластины.

$$dx = \alpha \cdot d \cdot \Delta T, \quad (2.2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения стержня;

$d$  – первоначальная длина стержня;

$\Delta T$  – значение перепада температур, °С.

В целом преобразователь представляет собой открытую термодинамическую систему, где под действием перепада температур стержень будет удлиняться и потреблять энергию, определяемую как

$$W = c \cdot m \cdot \Delta T, \quad (2.3)$$

где  $c$  – теплоемкость материала стержня;

$m$  – масса стержня;

$\Delta T$  – изменение (перепад) температуры.

Данная энергия состоит из двух составляющих

$$W = U + A, \quad (2.4)$$

где  $U$  – внутренняя энергия стержня (в том числе определяющая изменение линейного размера стержня);

$A$  – работа на преодоление сил электрического поля при перемещении обкладок конденсатора за счет изменений линейного размера стержня.

Изменение линейного размера стержня определится как

$$l = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_2 - T_1)), \quad (2.5)$$

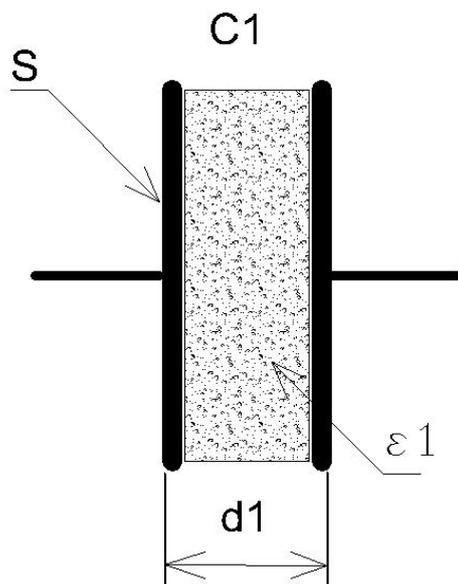
где  $l_0$  – начальная длина стержня при  $T_1$ ;

$\alpha$  – температурный коэффициент линейного расширения материала стержня;

$T_2$  – конечная температура.

Принципиально после появления воздушного зазора между диэлектриком и подвижной пластиной конденсатор трансформируется из обычного в конденсатор с двумя диэлектриками между обкладками (рисунок 2.3). Определим основные энергетические характеристики полученного конденсаторного преобразователя энергии. Так как конденсатор вначале заряжается от внешнего источника питания, а потом отключается от источника и изменяет свою емкость за счет перемещения одной из обкладок, то будем считать заряд конденсатора неизменным:  $Q = \text{const}$ .

При минимальной температуре, °C



При максимальной температуре, °C

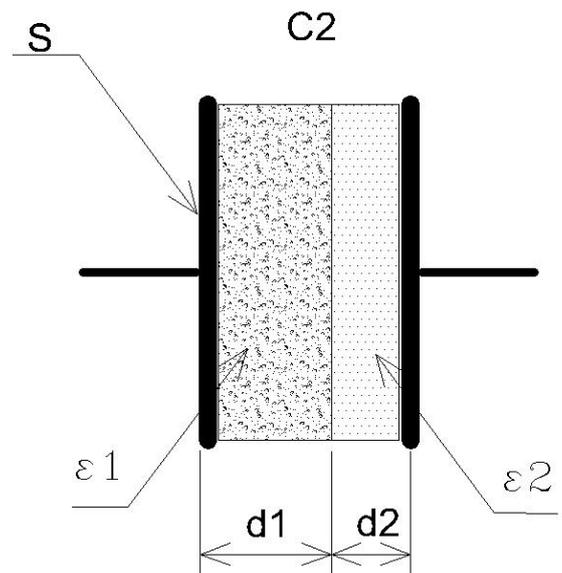


Рисунок 2.3 – Случай конденсатора с двумя диэлектриками, после появления воздушного зазора между диэлектриком и подвижной пластиной

Величина емкости первого конденсатора определится следующим образом:

$$C_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d_1}, \quad (2.6)$$

где  $\varepsilon_1$  – диэлектрическая проницаемость диэлектрика между обкладками;

$\varepsilon_0$  – диэлектрическая постоянная;

$S$  – площадь пластин;

$d_1$  – расстояние между пластинами конденсатора при низкой температуре.

Энергию, запасенную в конденсаторе, определим из соотношения

$$W_1 = \frac{C_1 \cdot U_1^2}{2} = \frac{Q^2}{2 \cdot C_1}. \quad (2.7)$$

Второй конденсатор представляет собой структуру с двумя различными диэлектриками. Емкость такого конденсатора можно определить по формуле

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{\frac{d_1}{\varepsilon_1} + \frac{d_2}{\varepsilon_2}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot S}{\varepsilon_2 \cdot d_1 + \varepsilon_1 \cdot d_2}. \quad (2.8)$$

Перемещение пластины конденсатора под воздействием перепада температур привело к изменению его емкости, а следовательно, и напряжению на обкладках при постоянстве заряда. Таким образом, энергия, запасенная конденсатором, определится как

$$W_2 = \frac{C_2 \cdot U_2^2}{2} = \frac{Q^2}{2 \cdot C_2}. \quad (2.9)$$

Приращение энергии за счет перемещения пластины конденсатора составит

$$W_3 = W_2 - W_1 = \frac{Q^2}{2 \cdot C_2} - \frac{Q^2}{2 \cdot C_1} = \frac{Q^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right). \quad (2.10)$$

Относительное приращение энергии составит

$$W_4^* = \frac{W_2 - W_1}{W_1} = \frac{W_2}{W_1} - 1 = \frac{C_1}{C_2} - 1 = \frac{\frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d_1}}{\frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{\varepsilon_2 \cdot d_1 + \varepsilon_1 \cdot d_2}} - 1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot d_2}{\varepsilon_2 \cdot d_1} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \frac{d_2}{d_1}. \quad (2.11)$$

Таким образом, относительное приращение энергии нашего электромеханического преобразователя зависит от свойств диэлектрика исходного конденсатора и расстояния, на которое сместится обкладка. В случае когда обкладка смещается на величину, равную расстоянию между пластинами исходного конденсатора, т.е.  $d_1 = d_2$  и с учетом диэлектрической проницаемости воздуха  $\varepsilon_2 = 1$ , относительное приращение энергии составит

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} = \varepsilon_1. \quad (2.12)$$

В более общем виде с учетом свойств материала активного стержня и величины перепада температур относительное приращение энергии можно определить следующим образом:

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \frac{\alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T}{d_1}, \quad (2.13)$$

где  $\alpha$  – температурный коэффициент линейного расширения материала стержня;

$l_0$  – начальная длина стержня в нормальных условиях, например при температуре 20 °С;

$\Delta T$  – изменение температуры стержня.

Также необходимо рассмотреть процесс, происходящий в конденсаторе в период времени, когда обкладки отключены от источника питания, т.е. происходит процесс перемещения пластины. В этом случае конденсатор разряжается через свой диэлектрик. Напряжение (заряд) на конденсаторе будет уменьшаться по закону

$$U_C = U \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_C}\right) \quad (2.14)$$

или относительно заряда на конденсаторе

$$Q_C = Q \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_C}\right) = Q \cdot \exp\left(-\frac{t}{\rho \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_1}\right), \quad (2.15)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление диэлектрика.

Процесс разряда конденсатора через свой диэлектрик называется саморазрядом. Постоянная времени саморазряда зависит от физических свойств диэлектрика. Так, например, для конденсатора со стеклянным диэлектриком  $\rho = 10^{17}$  Ом · м и  $\varepsilon_1 = 10$  постоянная времени составит

$$\tau_C = \rho \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_1 = 10^{17} \cdot 8,8542 \cdot 10^{-12} \cdot 10 = 88,542 \cdot 10^5. \quad (2.16)$$

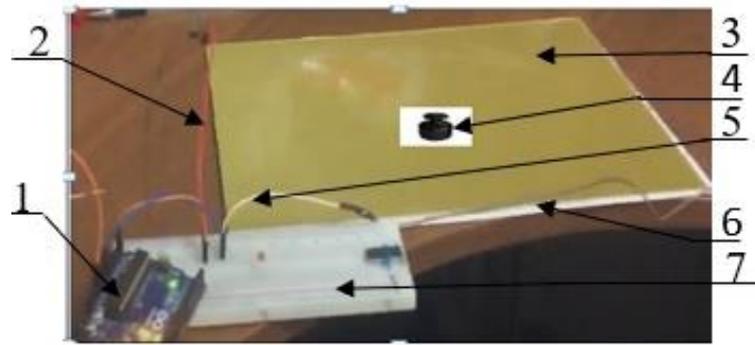
Данная постоянная времени намного превышает рабочий цикл электромеханического преобразователя, следовательно процесс саморазряда можно не учитывать.

Оценочные расчеты показали, что при значении емкости конденсатора  $C_1 = 1000$  мкФ, рабочем напряжении  $U_1 = 1000$  В и диэлектрике с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon_1 = 16$  (электротехническое стекло) мощность такого преобразователя составит 0,8 Вт. Используя в одном блоке, например, 10 таких преобразователей, получим суммарную мощность 8 Вт.

Количество модулей ничем не ограничено, поскольку комплекс располагается на земле. Данные выражения показывают, что такой преобразователь является электромеханическим устройством, выработка энергии в котором получается за счет движения (удлинения или укорачивания) диэлектрического стержня от перепада температур.

В работе ставилась задача экспериментально подтвердить преобразование энергии с помощью перепада температур между днем и ночью на примере имитационной модели емкости с двумя пластинами. В качестве имитационной модели конденсатора были взяты два листа фольгированного стеклотекстолита размерами 200×200 мм. Между пластинами в качестве диэлектрика использовался бумажный лист с диэлектрической проницаемостью, равной единице (рисунок 2.4).

Пластины конденсатора сначала заряжались от источника питания, затем источник питания отключался. После чего конденсатор подключался к входу АЦП микроконтроллера Arduino, программа измеряла напряжение на пластинах. Для более плотного прилегания пластин друг к другу и уменьшения расстояния между пластинами сверху на пластины помещался значительный груз.



1 – плата АЦП микроконтроллера Arduino; 2, 5 – провода;  
3 – листы фольгированного стеклотекстолита; 4 – груз прижима  
пластин; 5 – бумажный лист; 7 – макетная плата

Рисунок 2.4 – Эскизное макетирование  
конденсатора с подвижными пластинами

Вид графика напряжения на конденсаторе показан на рисунке 2.5. После измерения напряжения на обкладках груз снимался. Емкость при этом уменьшалась за счет увеличения расстояния между обкладками по причине упругой деформации.

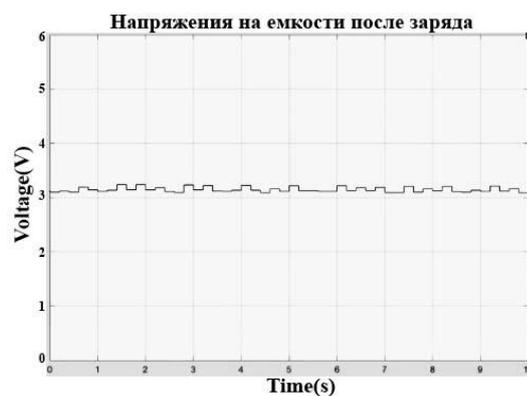


Рисунок 2.5 – График значения напряжения  
на емкости после заряда



Рисунок 2.6 – Изменение напряжения на обкладках конденсатора при уменьшении его емкости

Таким образом, с использованием натурального макета доказана работоспособность идеи, лежащей в основе электромеханического преобразователя энергии на базе конденсатора с подвижной обкладкой.

## **2.2 Разработка общей блок-схемы системы управления преобразователем перепада температур как составляющей гибридной электростанции**

Включая преобразователь перепада температур в состав гибридного автономного электротехнического комплекса (гибридной электростанции) на основе ВИЭ, очевидно потребуется разработка системы управления им для обеспечения устойчивого и эффективного режима энергообеспечения.

Сложность включения данного преобразователя в состав гибридной электростанции заключается в особенностях функционирования преобразователя, а именно в том, что значение перепада температур день-ночь меняется в зависимости от местонахождения и времени года. Например, в летнее время температура суточного перепада меняется в пределах положительных (плюсовых) значений, в зимнее время значение перепада температур меняется в пределах отрицательных (минусовых) температур.

Именно поэтому вначале рассматривается задача разработки алгоритмов программного обеспечения для системы управления преобразователем перепада температур в составе гибридного автономного электротехнического комплекса как равновесной составной части структуры электротехнического комплекса.

В соответствии с рассмотренным ранее физическим принципом работы преобразователя технология получения энергии с помощью перепада температур предполагает следующие программные действия.

Вначале в целях соблюдения режима информационной безопасности программа должна определить легитимность того, что входит в программу управления этим преобразователем, поскольку актуальность и важность значения режима информационной безопасности сегодня все возрастают. Это связано, прежде всего, с тем, что число хакерских атак на промышленные технологии все возрастает, особенно на объекты энергетики.

Затем пользователь с помощью программы должен выбрать место, где будет работать этот преобразователь с помощью базы данных территорий, и точно определить его. После этого программа должна определить, какой средний перепад температур соответствует данному месту. Далее программа должна установить суточное время работы, затем периодичность его работы (преобразователь будет работать в течение года или нескольких лет). После этого разрабатывается техническое задание: какая мощность этого преобразователя, какие выходные и входные параметры по току и напряжению.

Далее технология получения энергии с помощью перепада температур предполагает следующие действия: вначале днем при максимальной температуре и емкости источник питания или источник возбуждения должен зарядить емкости всего преобразователя. После полной зарядки источник питания отключается, преобразователь остается в режиме ожидания.

Как только ночью температура понизится до необходимого предела и емкость упадет, то в соответствии с этим сокращается длина активного стержня, емкость уменьшается и увеличивается напряжение. Датчик отслеживает повышение напряжения, система управления подключает силовую часть преобразователя к нагрузке.

После разряда емкостей преобразователя на нагрузку система управления отключает его от нагрузки и вновь переводит в режим ожидания повышения температуры до наступления дня.

Как только температура повысится до необходимого предела, емкости будут максимальны, вновь система источника возбуждения подключается к преобразователю и емкость заряжается вновь.

Разработка алгоритма управления разрабатываемым гибридным электротехническим комплексом предусматривает решение следующих задач:

1 Разработку общей блок-схемы алгоритма управления преобразователем в составе гибридного электротехнического комплекса с учетом изменения перепада температур в течение суток, а также изменения температуры в течение года [34].

2 Разработку алгоритма и программы управления отдельными блоками, входящими в общий алгоритм системы управления.

3 Разработку алгоритма и программы управления преобразователем в течение суточного перепада температур день-ночь.

4 Разработку алгоритма годового перепада температур для программы управления.

5 Разработку комплексной программы управления вводом параметров перепада температур окружающей среды для блока управления преобразователя в структуре гибридного электротехнического комплекса.

В соответствии с принципом технологии получения энергии с помощью перепада температур в структуре всего гибридного электротехнического комплекса возникает задача общего управления всей системой перепада температур. Решение данной задачи представлено в виде разработанной блок-схемы, приведенной на рисунке 2.7.

Структурно алгоритм состоит из двух частей. Первая часть включает в себя с первого по восьмой блоки, вторая часть является модульной и включает в себя с восьмого по шестнадцатый блоки [35].

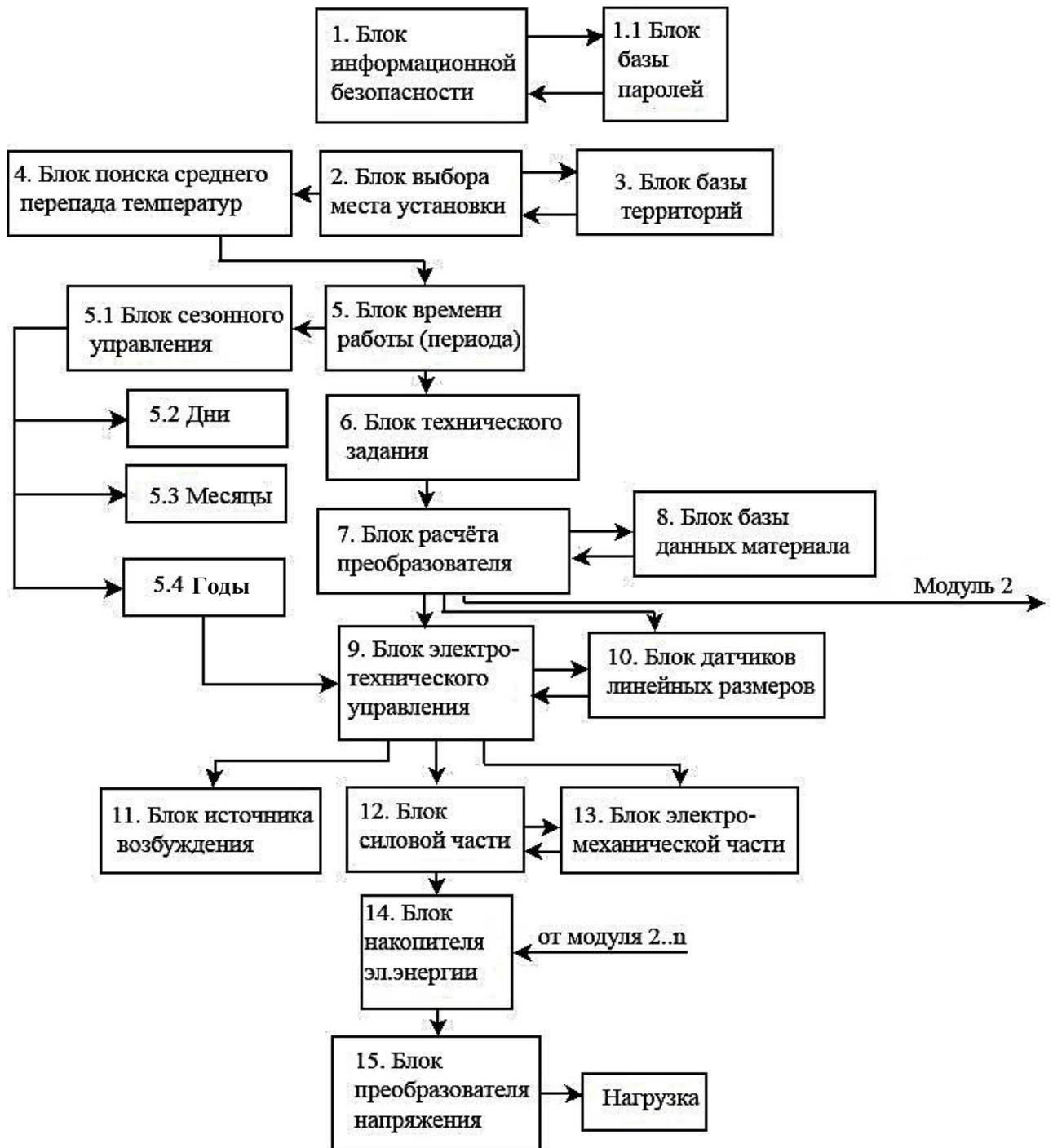


Рисунок 2.7 – Общая блок-схема системы управления преобразователем

Первая часть предназначена для системы парольного ввода, выбора страны, региона и места установки преобразователя, определения параметров перепада температур, как суточных, так и в течение года по разработанной базе данных стран, регионов, и температурных характеристик. Эта часть также выполняет задачу определения общих параметров преобразователя, элементов его конструкции,

выбора необходимых материалов и эксплуатационных характеристик преобразователя.

Вторая часть предназначена для управления модульной частью преобразователя.

В блок-схеме использован модульный принцип наращивания мощности преобразователя, что позволяет при необходимости достигать заданного уровня выходной мощности преобразователя. В необходимых случаях этот модуль может быть увеличен до нужного количества. Чем больше требуемая мощность, тем больше модулей используется.

Все модули работают параллельно на один накопитель энергии, энергия с которого через преобразователь поступает на нагрузку.

Каждый блок схемы представляет собой отдельно созданную программу, работающую по своему алгоритму. При этом такая программа автоматически обрабатывает поставленную перед блоком задачу, что значительно упрощает решение общей задачи управления преобразователем перепада температур при адаптации к месту его установки в заданной стране и в ее регионе.

Более подробное описание задач каждого блока системы управления приведено ниже.

Блок 1. Предназначен для реализации информационной безопасности на программном уровне. В блоке есть база данных аккаунтов пользователей. Программа допускает только авторизованных пользователей.

Блок 2. Выполняет функции выбора места установки преобразователя в регионах планеты. Реализуется путем ввода конкретной области или края страны. Имеет автоматическую базу данных по всем регионам нашей планеты.

Блок 3. Температурная электронная база территорий и значений перепада температур по этим местам. Здесь собраны все данные проведенного анализа статистических данных.

Блок 4. Блок поиска среднего перепада температур на заданном месте установки. В блок включена программа, разработанная для этих целей, более подробно о которой будет сказано ниже.

Блок 5. Предназначен для установки времени работы или периода данного источника, возобновляемого энергию в данном регионе. Задаёт настройку электронного блока на заданный период действия в течение года.

Блок 5.1. Задаёт настройку системы управления в течение суток летом.

Блок 5.2. Задаёт настройку системы управления в течение суток зимой.

Блок 5.3. Задаёт настройку системы управления в течение года.

Блок 6. Устанавливает техническое задание на разработку данного преобразования, которое включает в себя определение мощности, параметра напряжения возбуждения и выходного напряжения, времени работы, климатических условий эксплуатации.

Блок 7. Предназначен для проведения расчета параметров самого преобразования, его конструктивных особенностей, функций выполнения и выбора элементной базы, в том числе активного материала устройства емкости преобразователя. Имеет прямую связь с базой данных активного материала с четко обозначенными температурными параметрами.

Блок 8. Электронная база данных активного материала с четко обозначенными температурными параметрами. Функции этого блока – выбрать диэлектрик, как твердый, так и газообразный, в качестве активного материала, который будет менять свои линейные размеры или объем при изменении температуры (перепад температур).

Блок 9. Содержит электронную схему управления всем преобразователем. Связан напрямую с блоком датчиков.

Блок 10. Датчик изменения линейных размеров активного материала, контролирующий и устанавливающий сроки и время очередной передвижки пластины емкости.

Блок 11. Блок источника возбуждения, управляющий первичной зарядкой в силовой части емкостей преобразователя.

Блок 12. Управление силовой частью преобразователя.

Блок 13. Электромеханическая часть, создающая передвижку подвижной пластины конденсатора в данное по команде время.

Блок 14. Суммирует и накапливает энергию, поступающую от всех модулей данного устройства.

Блок 15. Преобразует накопленное напряжение до уровня напряжения потребителя.

Блок 16. Нагрузка всех потребителей этой энергии.

Интерфейс управления выбирался как можно доброжелательнее для пользователя.

В целом система управления является комплексной. Наиболее сложной ее частью является учет температурных изменений окружающей среды в течение года. Учет этих изменений осуществляют блоки 5.1 – 5.4.

### **2.3 Разработка сезонных алгоритмов системы управления преобразователем перепада температур окружающей среды в составе гибридного комплекса на основе ВИЭ**

**Постановка задачи.** Основными проблемами разработки алгоритмов системы управления преобразователем перепада температур окружающей среды являются следующие.

Как было указано ранее, в основе работы преобразователя лежит использование перепада температур окружающей среды день-ночь. Этот перепад температуры меняет линейные размеры бруска активного диэлектрика, в результате чего создается сила, передвигающая одну из пластин конденсатора [36].

В соответствии с этим пропорционально будет увеличиваться или уменьшаться расстояние между пластинами емкости конденсатора, что и дает прирост энергии.

Но значения температур окружающей среды постоянно меняются от высоких температур летом до низких зимой. Поэтому система управления преобразователем перепада температур окружающей среды должна отрабатывать в автоматическом режиме следующие режимы, которые определяются условиями изменения температуры окружающей среды:

- при изменении годовых сезонных температур автоматически устанавливать соответствующие настройки аппаратной части преобразователя;

- при изменении температур в течение месяца устанавливать соответствующие настройки аппаратной части преобразователя;

- при изменении суточных температур также устанавливать соответствующие настройки аппаратной части преобразователя.

Для этого, как следует из общего принципа работы преобразователя, необходима разработка, по крайней мере, трех типов алгоритмов, каждый из которых предназначен для выполнения отдельных задач:

- 1) управление заряда-разряда емкостей в течение суточного периода летом;
- 2) течение суточного периода зимой;
- 3) годовой цикл работы.

Необходимо подчеркнуть, что изменение линейного размера активного диэлектрика в течение суток должно будет происходить в очень небольших пределах. Предел этих изменений устанавливается значением изменения линейной длины бруска активного диэлектрика в течение суток. Поэтому задачей системы автоматического управления преобразователем является установка и поддержание этого расстояния постоянным как в течение суток, так и в течение месяца, года вне зависимости от сезонного изменения температур окружающей среды.

Однако перепад температур между днем и ночью в среднем на планете лежит в пределах всего 3-10°. Такой перепад может возникать в летний сезон, например, между +20 °С ночью и +30 °С днем. В зимний период такой перепад может возникать в пределах -20 °С ночью и -10 °С днем (рисунок 2.8) [36].

Конечно, в отдельных регионах он может быть гораздо больше. Например, в Уренгое этот перепад может достигать десятков градусов. На Марсе этот перепад также в отдельных местах тоже может достигать десятков градусов. Но это экстремальные, а не средние значения.

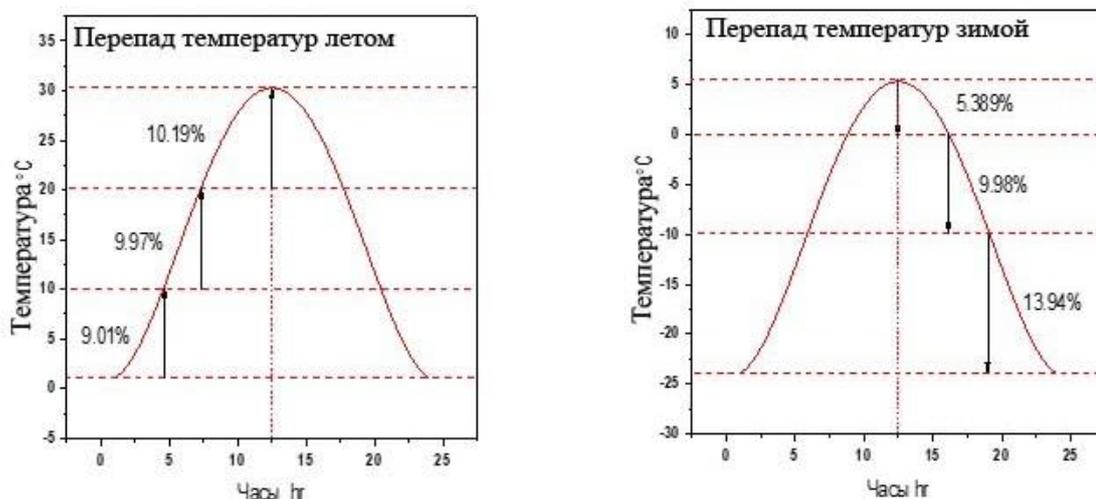


Рисунок 2.8 – Значение уровня среднего перепада температур летом и зимой

При изменении суточных температур линейные размеры бруска активного диэлектрика также будут изменяться в соответствии с суточным изменением температуры. При ее росте линейные размеры бруска активного диэлектрика удлиняются. При понижении температуры линейные размеры бруска активного диэлектрика сокращаются. Вне зависимости от сезона года это изменение будет происходить непрерывно. Причем как в микроскопических пределах в течение суток, так и в достаточно больших пределах в течение годового цикла.

На рисунке 2.9 показано значение изменения линейных размеров бруска активного диэлектрика при изменении суточных температур в летний период в течение трех суток июля месяца.

Именно поэтому, первичной задачей системы управления будет отследить и определить значение пределов этого суточного изменения с помощью системы датчиков, а также устанавливать соответствующие настройки аппаратной части преобразователя.

Вторичной задачей системы управления будет отследить и определить значение изменения линейных размеров бруска активного диэлектрика в течение месяца с помощью системы датчиков, а также устанавливать соответствующие настройки аппаратной части преобразователя. Как известно, в течение месяца

перепад температур постепенно сдвигается в более высокую область температур окружающей среды летом и, наоборот, в сторону понижения температур зимой.

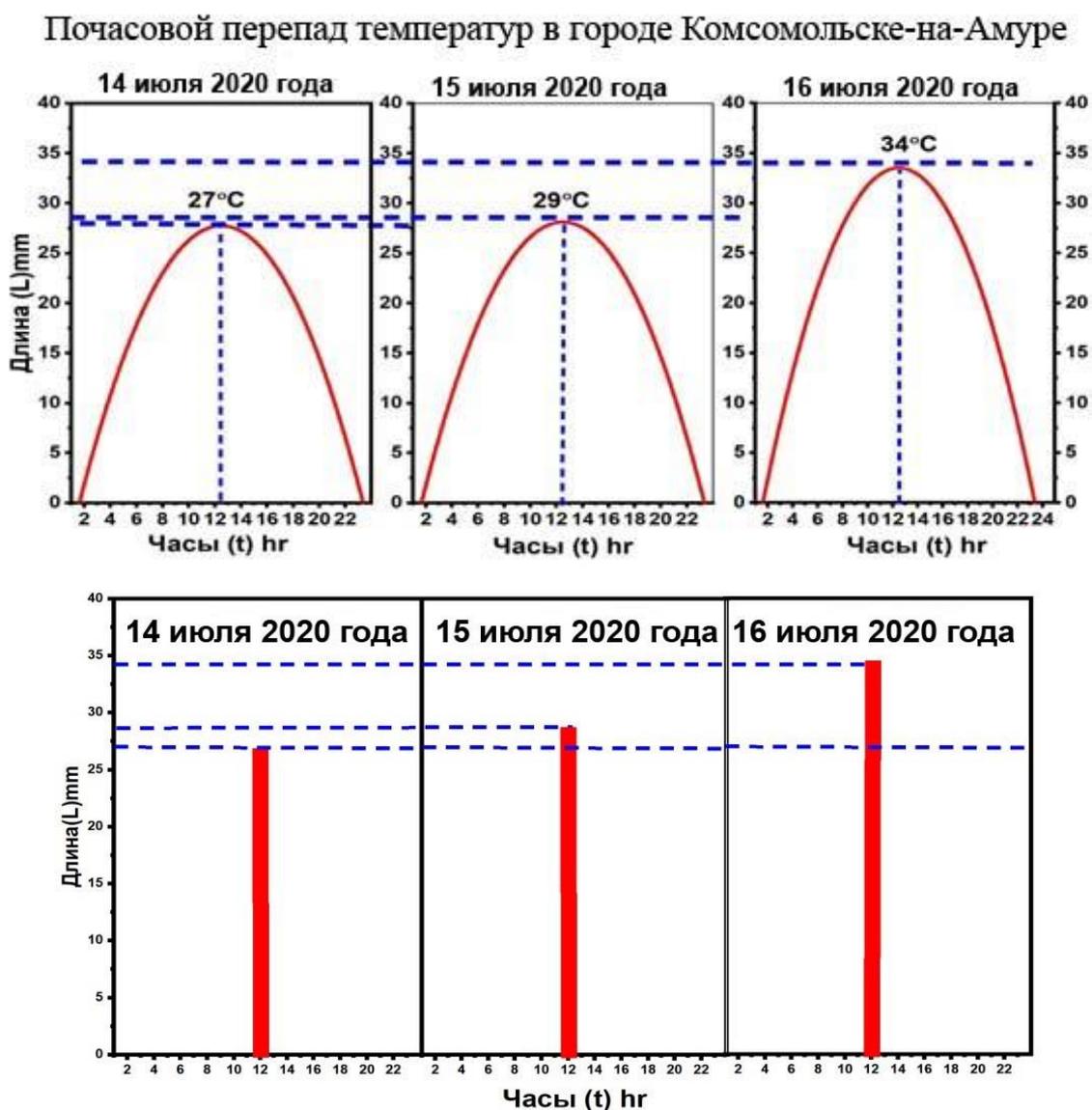


Рисунок 2.9 – Значение изменения линейных размеров бруска активного диэлектрика при изменении суточных температур

На рисунке 2.10 показано изменение перепада температур как суточное, так и в течение одного месяца.

Система управления должна будет отследить и определить значение изменения линейных размеров бруска активного диэлектрика в течение месяца с помощью

системы датчиков, а также устанавливать соответствующие настройки аппаратной части преобразователя.

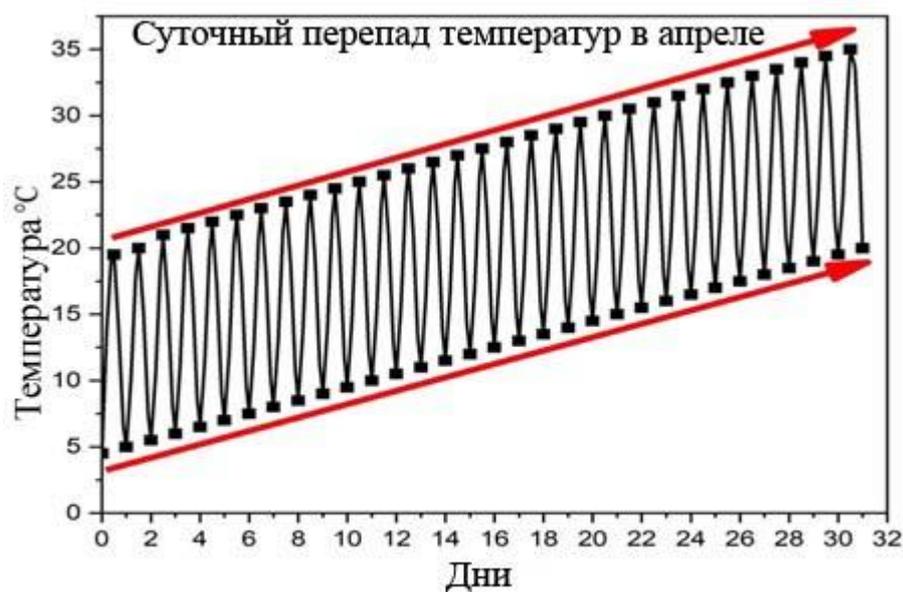
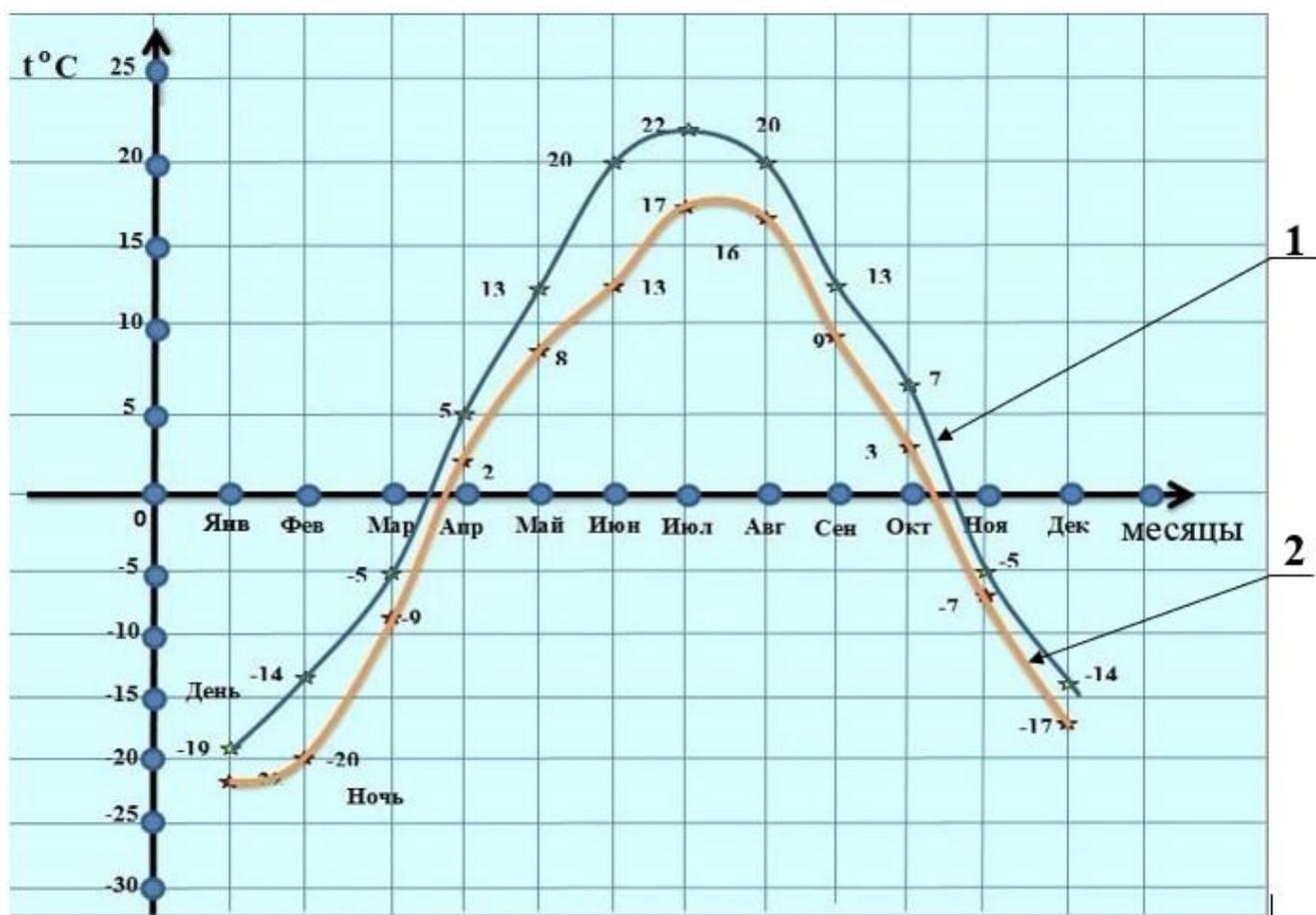


Рисунок 2.10 – Изменение перепада температур как суточное, так и в течение одного месяца

И уже последней, более общей задачей системы управления будет необходимость отследить сезонные изменения перепада температур и изменения линейных размеров бруска активного диэлектрика.

В летний период, когда температура окружающей среды в июле и в августе положительна и максимальна, брусок активного диэлектрика имеет максимальную длину. В зимний период, когда температура окружающей среды отрицательна и минимальна, брусок активного диэлектрика имеет минимальную длину. Поэтому линейные размеры бруска активного диэлектрика постоянно меняются от максимума к минимуму от лета до зимы и, наоборот, от минимума к максимуму от зимы до лета. Возможные изменения температуры окружающей среды в течение года показаны на графике (рисунок 2.11) [37].



1 – изменение температуры в дневное время;

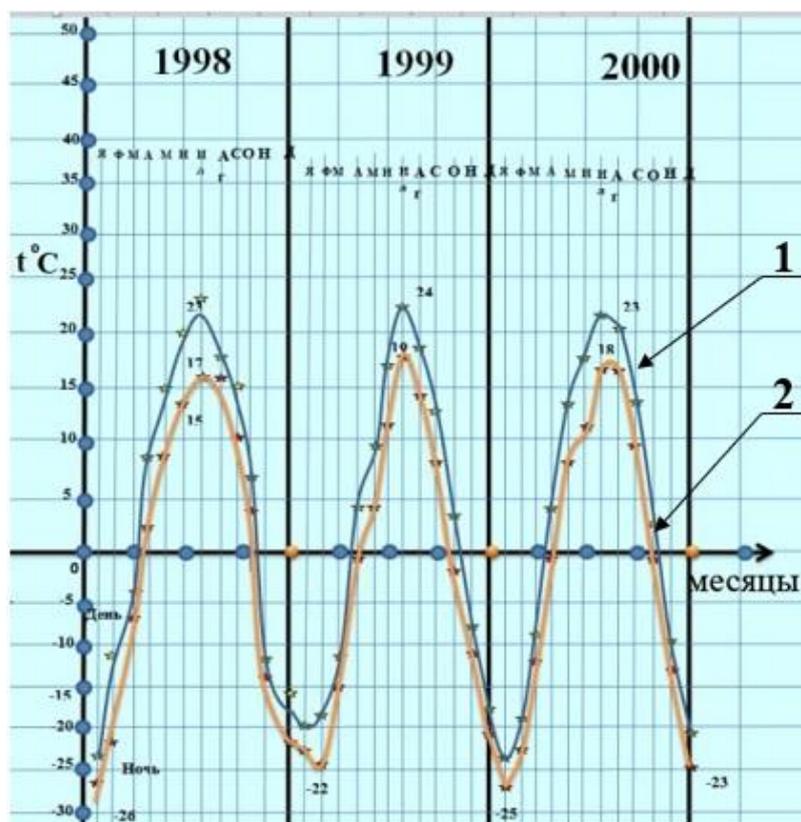
2 – изменение температуры в ночное время

Рисунок 2.11 – Сезонное изменение температуры в течение года

Причем такое периодическое изменение в среднем бывает ежегодно. На рисунке 2.12 показано изменение температуры окружающей среды в течение нескольких лет.

Опираясь на приведенные зависимости, были разработаны соответствующие алгоритмы управления.

Кроме того, по современным требованиям действия закона 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры» в сфере энергетики в системе управления электротехнического комплекса необходимо было предусмотреть меры по защите информации, поскольку возрастает количество хакерских атак и на производственные процессы, технологии устройств энергетики.



1 – изменение температуры в дневное время;

2 – изменение температуры в ночное время

Рисунок 2.12 – Изменения температуры окружающей среды  
в течение нескольких лет

В связи с этим необходимо разработать такие меры, для чего был разработан соответствующий алгоритм блока информационной безопасности, присутствующий в составе общей блок-схемы.

## 2.4 Разработка алгоритма программы информационной безопасности

Алгоритм блока информационной безопасности в общей программе разрабатывался для соблюдения режима конфиденциальности и информационной безопасности, блок 1 в общей блок-схеме [38].

Для этого алгоритма устанавливались требования ввода имени пользователя (аутентификация) и ввода пароля. Требования к паролю были следующие: длина не менее шести символов и разная раскладка клавиатуры. Для входа в программу

необходимо зарегистрироваться. В этом алгоритме придуманные имена и пароли сохраняются в базе данных и после введения проверяются на достоверность.

Если мы входим в программу первый раз, то необходимо подумать свое имя пользователя (логин). Если нужно изменить имя пользователя, то необходимо воспользоваться этой же функцией. Алгоритм блока информационной безопасности показан на рисунке 2.13.

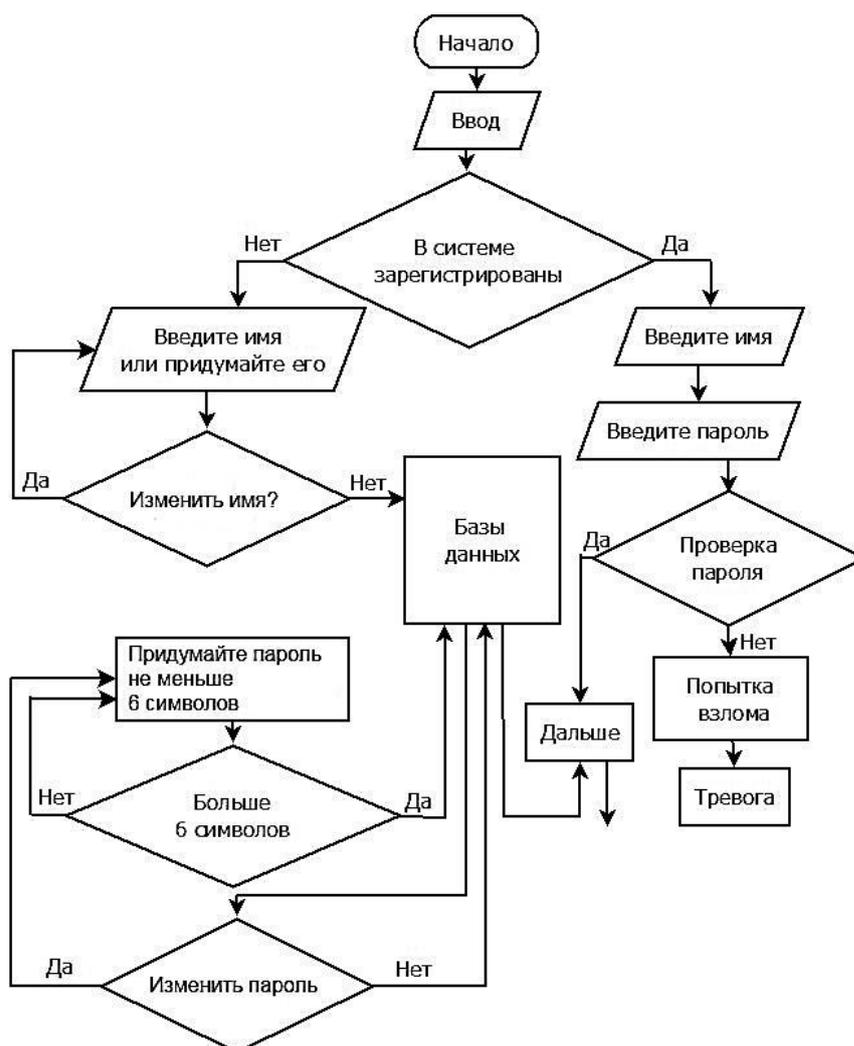


Рисунок 2.13 – Блок-схема алгоритма информационной безопасности

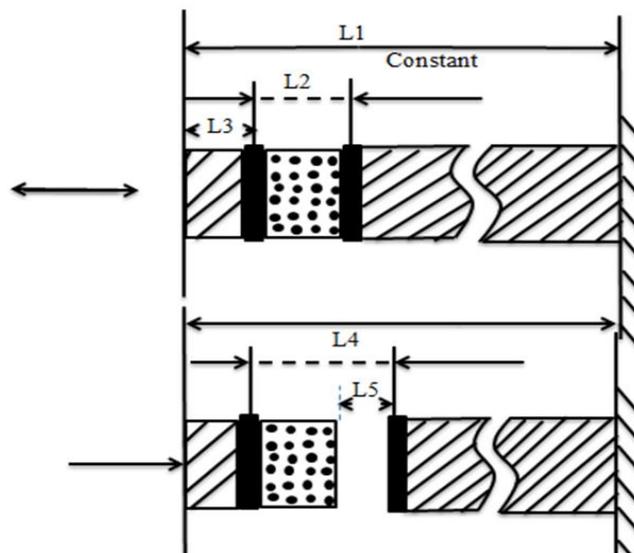
При включении программы она потребует ввод своих персональных данных. Далее необходимо также придумать свой пароль или ввести ранее придуманный. Если нужно изменить пароль пользователя, то необходимо воспользоваться этой же функцией.

В случае если пароль или имя введены несколько раз (обычно три попытки) неправильно, то программа выдает администратору сети оповещение о попытке взлома. Если же имя и пароль введены правильно, то программа разрешает вход и работу.

## 2.5 Разработка алгоритма суточного перепада температур

При разработке алгоритма суточного перепада температур необходимо было учесть следующие особенности работы системы.

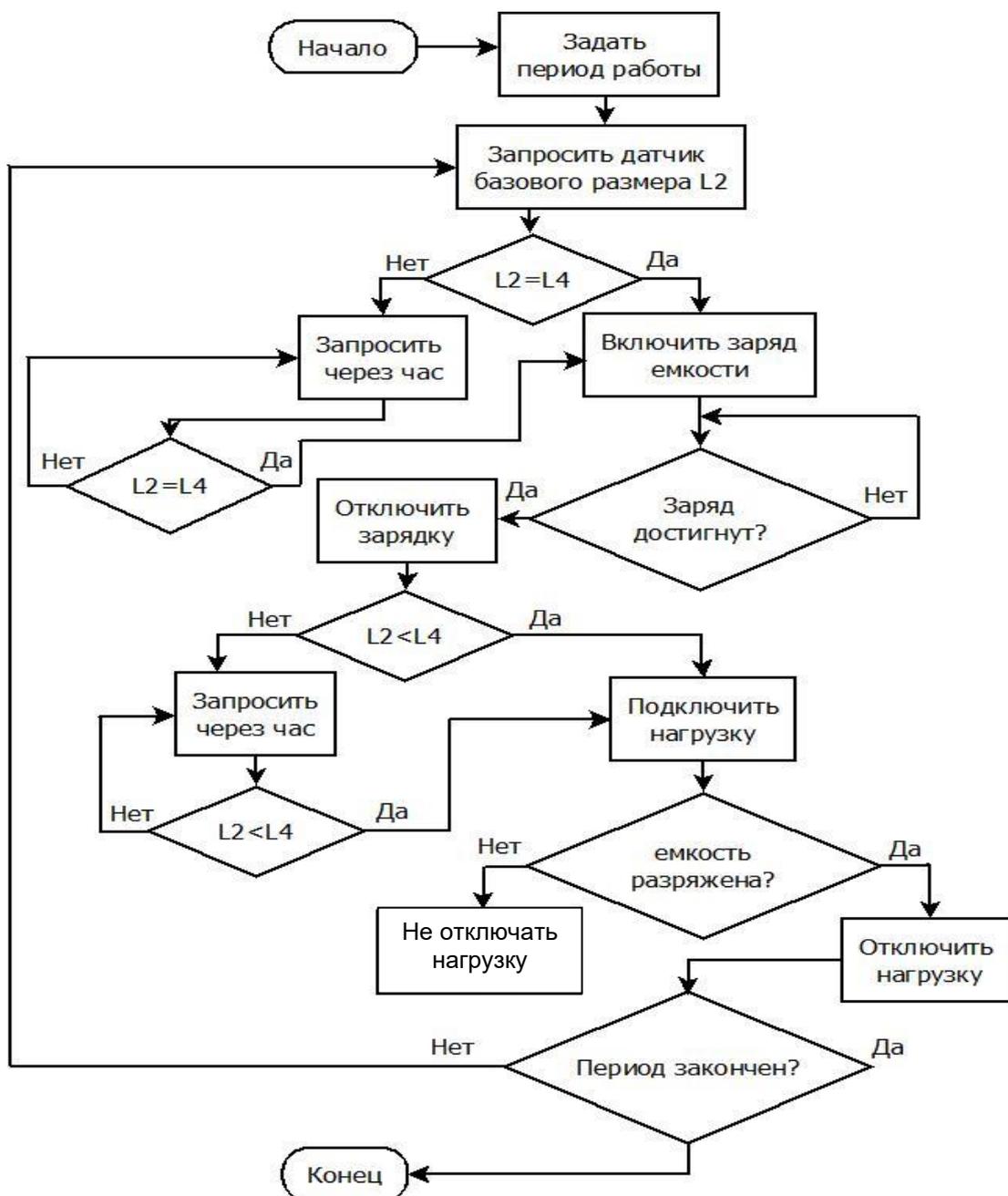
За сутки активный стержень днем будет удлиняться и удалять воздушный зазор между пластинами емкости, а ночью – сокращаться в длине, создавая зазор вновь (рисунок 2.14) [39].



$L1$  – основной размер одного модуля преобразователя при высокой температуре в течение суток;  $L2$  – размер расстояний между пластинами конденсатора без зазора (базовый размер) при высокой температуре в течение суток;  $L3$  – размер расстояния между неподвижной пластиной конденсатора и неподвижным стержнем в течение суток;  $L4$  – размер расстояния между пластинами конденсатора с зазором при средней температуре в течение суток;  $L5$  – размер зазора между подвижной пластиной конденсатора и активным стержнем в течение суток

Рисунок 2.14 – Изменение размеров стержня и появление воздушного зазора

Алгоритм управления должен управлять этим процессом, заряжая емкости при отсутствии воздушного зазора, и разряжать на нагрузку при появлении зазора. На рисунке 2.15 показан разработанный алгоритм этого процесса. Созданная по этому алгоритму программа работает следующим образом.



$L2$  – размер расстояния между пластинами конденсатора без зазора (базовый размер);  $L4$  – размер расстояния между пластинами конденсатора с зазором

Рисунок 2.15 – Блок-схема алгоритма управления преобразователем гибридного комплекса в течение суток

Вначале задается период работы преобразователя, который необходим для корректировки сезонного изменения температуры. В схеме преобразования (см. рисунок 2.14) есть базовый размер  $L_2$ , фиксирующий положение, при котором зазор в системе отсутствует.

Система управления запрашивает этот размер с помощью датчика базового размера и сравнивает измеренный размер  $L_4$  с базовым  $L_2$ . Если все же зазор существует и в системе фиксируется, что  $L_4 \neq L_2$ , то отправляется команда на действие по отрицательному результату запроса. В этом случае команда приходит на блок ожидания, который через заданный промежуток времени (здесь выбран час) будет давать команду на блок измерения для периодического запроса.

Система выжидает некоторое время, далее снова запрашивает этот размер. Если он не изменился, то схема опять выжидает. И так до тех пор, пока условие  $L_2 = L_4$  не проявится. Если оно проявилось, то емкость готова к заряду и идет команда на схему управления включить емкость на заряд от источника возбуждения.

Если же после первого запроса равенство  $L_2 = L_4$  соблюдается, то тогда сразу идет команда на включение емкости на зарядку.

Идет процесс зарядки емкости. При этом система постоянно опрашивает емкость, достигнут заряд или нет. Если заряд не достигнут, то идет команда на продолжение заряда. Если же необходимый уровень заряда емкости достигнут, то идет команда на отключение зарядного устройства. Затем вновь опрашивается сравнение базового размера и реального. Если условие  $L_2 < L_4$  не соблюдается, то идет команда на повторный запрос через установленное время. Затем запрос повторяется. Если условие снова не соблюдается, то вновь идет команда на запрос. Если же условие соблюдается, то тогда идет команда на подключение емкости к нагрузке.

Если же после первого запроса условия неравенство  $L_2 < L_4$  соблюдается, то сразу идет команда на подключение емкости к нагрузке.

После подключения нагрузки к емкости идет процесс разрядки заряженной ранее емкости на нагрузку до полного ее разряда. При этом система постоянно опрашивает емкость, разряжена или нет. Если емкость еще не разряжена, то идет

команда системе управления зарядом-разрядом емкости не отключать нагрузку и разряд емкости будет продолжаться. Если же система установит, что емкость разряжена, то идет команда на отключение нагрузки.

После этого система будет опрашивать об окончании срока. Если срок окончен, то идет команда на окончание работы. Если же заданный срок работы устройства не окончен, то идет команда в начало программы снова на начальный блок, цикл повторяется, и преобразователь будет дальше продолжать работать.

## **2.6 Разработка алгоритма работы преобразователя в летний и зимний периоды**

Как отмечалось ранее, поведение активного стержня преобразователя будет различным в зависимости от времени года. В летний период, когда среднесуточная температура выше, длина активного стержня преобразователя будет увеличивать свои линейные размеры, по сравнению с усредненным значением. В зимний период, когда среднесуточная температура спадает, активный стержень будет уменьшать свои линейные размеры [65].

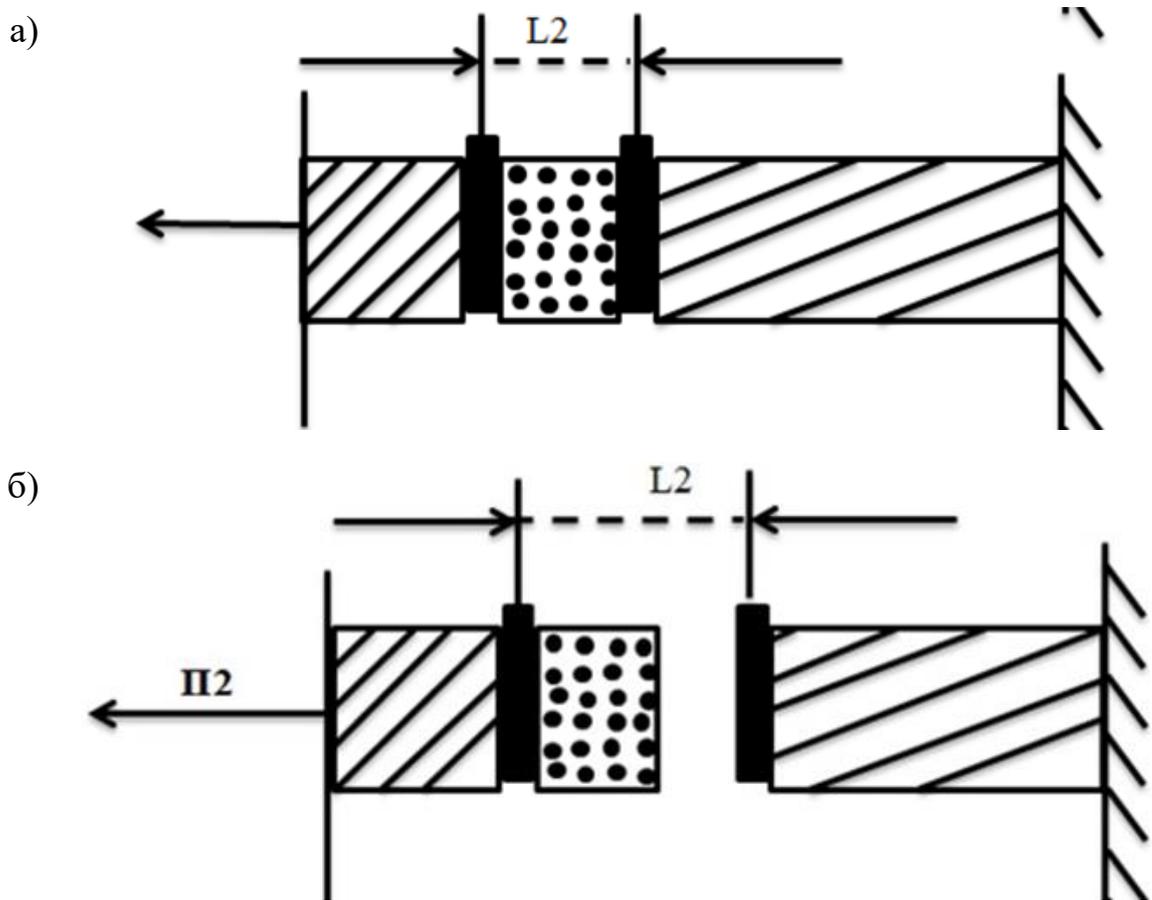
Это явление требует дополнительной программной коррекции при управлении преобразователем.

Для летнего периода, когда активный стержень будет увеличивать свои линейные размеры после заряда емкости, подвижная пластина должна быть отодвинута для создания вновь воздушного зазора, иллюстрация этого явления показана на рисунке 2.16.

Блок-схема алгоритма, учитывающая летнюю коррекцию в изменении длины активного стержня преобразователя, приведена на рисунке 2.17.

Отличительная особенность данного алгоритма работы программы суточного перепада температур в летний период состоит в контроле линейных размеров активного стержня. Это требует установки специального датчика, в задачу которого входит контроль линейных размеров стержня активного диэлектрика. При

опросе силовой части преобразователя происходит замер его длины. Затем текущее значение сравнивается с заданным размером.



а – когда дневная температура высокая и активный диэлектрический стержень максимально удлинен, плотно прижимает подвижную пластину конденсатора к диэлектрику и воздушный зазор между пластинами отсутствует;

б – когда дневная температура низкая и активный диэлектрический стержень сократился по длине, между подвижной пластиной конденсатора и диэлектриком появился воздушный зазор

Рисунок 2.16 – Положение пластин конденсатора летом в течение суток

Если размер не в норме, то дается команда на передвижку подвижной пластины емкости до заданных размеров. Если размер в норме, то зазор в емкости отсеивается, дается команда источнику возбуждения на зарядку емкости.

Затем программа начинает контролировать уровень зарядки емкости. Если емкость не дозаряжена, то дается команда на продолжение зарядки.

Если емкость заряжена полностью, то идет команда на отключение источника возбуждения. Затем дается команда на передвижку подвижной пластины емкости, причем на удлинение. После этого датчик опрашивает размеры на момент появления зазора между пластинами. Если размер не изменился, то дается команда на продолжение перемещения пластины. Если зазор возник, то дается команда на подключение нагрузки. Затем датчик контролирует разряд емкости.

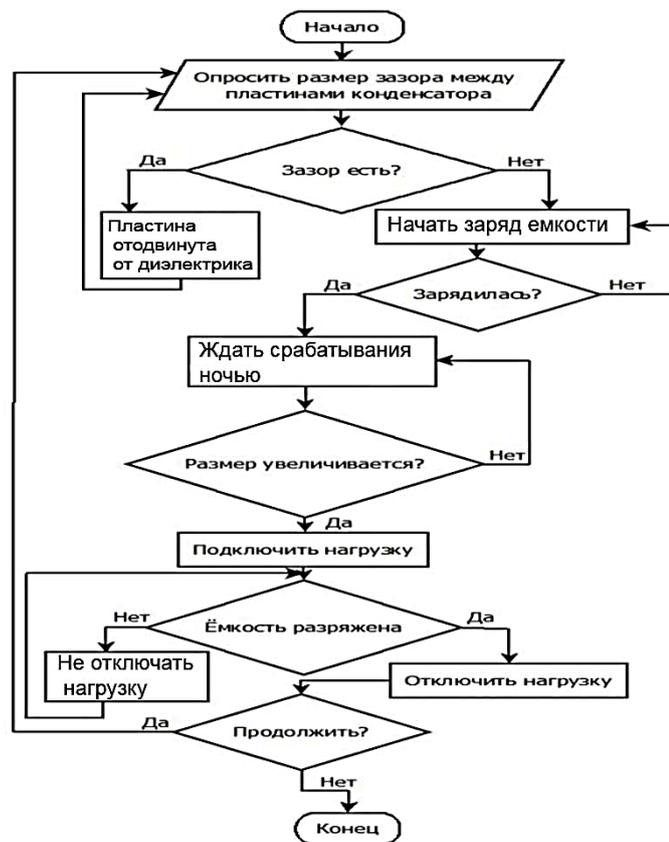
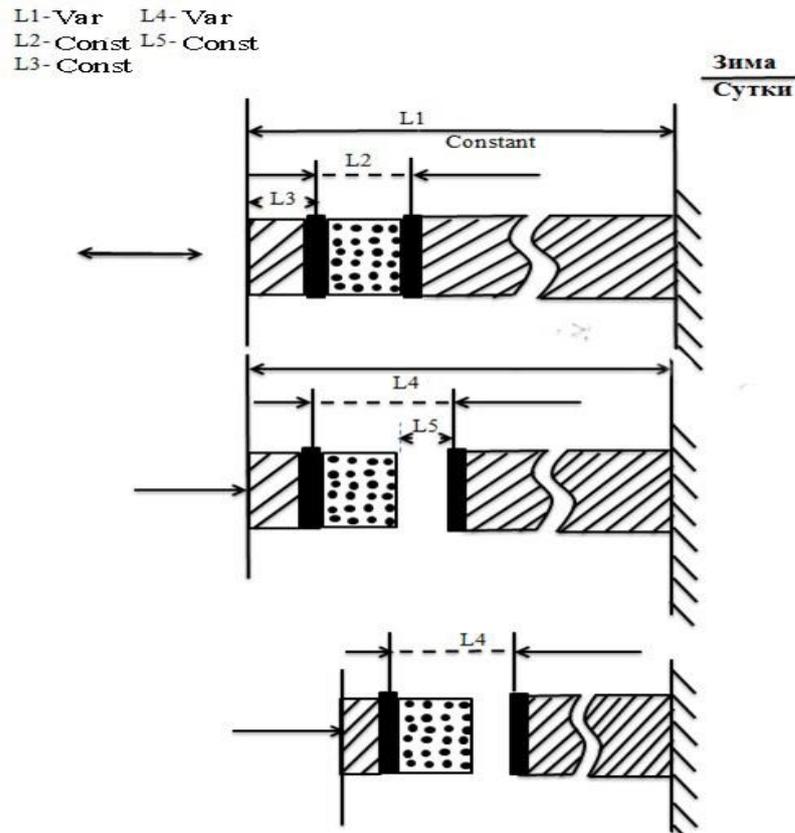


Рисунок 2.17 – Блок-схема алгоритма работы системы управления преобразователем в летний период

Если емкость не разряжена полностью, то дается команда на продолжение ее разряда. Если емкость разряжена полностью, то подается команда на отключение нагрузки. Затем программа запрашивает продолжение работы. Если работа должна быть остановлена, то подается команда на прекращение ее работы. Если работа

должна быть продолжена, то дается команда вновь на передвижку подвижной пластины емкости, и цикл снова повторяется.

Алгоритм работы системы управления преобразователя для зимнего периода реализуется по аналогичному принципу, только с учетом того, что диэлектрический стержень зимой не удлиняется при перепаде температур, а сокращается. Иллюстрация этого показана на рисунке 2.18.



$L_1$  – основной размер одного модуля преобразователя при высокой температуре зимой;  $L_2$  – размер расстояний между пластинами конденсатора без зазора (базовый размер) при высокой температуре зимой;  $L_3$  – размер расстояния между неподвижной пластиной конденсатора и неподвижным стержнем зимой;  $L_4$  – размер расстояния между пластинами конденсатора с зазором при средней температуре зимой;  $L_5$  – размер зазора между подвижной пластиной конденсатора и активным стержнем зимой

Рисунок 2.18 – Иллюстрация изменения положения диэлектрического стержня в зимний период

Блок-схема алгоритма коррекции работы системы управления преобразователем для зимнего периода показана на рисунке 2.19.

Алгоритм работы программы суточного перепада температур в зимний период аналогичен работе алгоритма летнего периода. Датчик, контролирующий линейные размеры стержня активного диэлектрика, также опрашивает силовую часть преобразователя и замеряет его длину. Затем сравнивает ее с заданным размером.

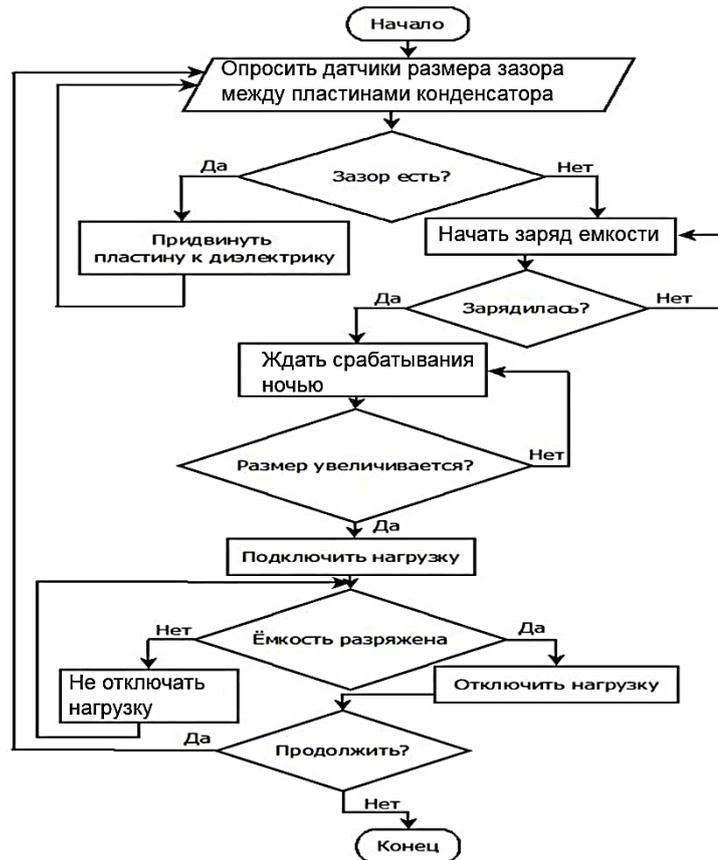


Рисунок 2.19 – Блок-схема алгоритма работы программы системы управления преобразователя суточного перепада температур в зимний период

Если размер не в норме, то дается команда на передвижку подвижной пластины емкости до заданных размеров. Если размер в норме, то зазор в емкости отсеивается и дается команда источнику возбуждения на зарядку емкости.

Затем программа начинает контролировать уровень зарядки емкости. Если емкость не дозаряжена, то дается команда на продолжение зарядки. Если емкость заряжена полностью, то идет команда на отключение источника возбуждения. Затем дается команда на передвижку подвижной пластины емкости, причем уже на

приближение, так как стержень стал короче, уменьшая свои линейные размеры. После этого датчик опрашивает размеры на момент появления зазора между пластинами. Если размер не изменился, то дается команда на продолжение движения пластины. Если зазор возник, то дается команда на подключение нагрузки. Затем датчик контролирует разряд емкости. Если емкость не разряжена полностью, то дается команда на продолжение ее разряда. Если емкость разряжена полностью, то дается команда на отключение нагрузки. Затем программа запрашивает продолжение работы. Если работа должна быть остановлена, то дается команда на прекращение ее работы. Если работа должна быть продолжена, то дается команда вновь на передвижку подвижной пластины емкости, и цикл снова повторяется [66].

## **2.7 Разработка алгоритма управления преобразователем, учитывающим годовой перепад температур**

Как уже указывалось ранее, пределы изменения перепада температур изменяются как в течение месяца, так и в течение года, поскольку температуры отличаются: летом максимальные, зимой минимальные. Это значительно усложняет задачу управления преобразователем, поскольку требует следить за температурой не только в течение дня, но и в течение года. Другими словами, система управления преобразователем должна не только отслеживать перепад температур в течение суток, но и одновременно следить за изменениями температур в течение месяца и в течение года.

Из графиков, приведенных на рисунке 2.12, наглядно прослеживается, что минимальное значение перепада температур летом в течение трех суток изменилось на несколько градусов и стало выше. Если в первые сутки оно было почти на нуле, то на третьи сутки это значение возросло где-то на 3-4°.

Такая динамика изменения температур будет продолжаться в дальнейшем в летний период до максимальной температуры примерно к июлю-августу, а затем начнет понижаться. И точно также в течение суток может меняться на 3-4°, но уже уменьшаясь до минимального значения в зимний период. Поэтому основная задача

алгоритма управления преобразователем, учитывающим годовые изменения разности температур, будет заключаться в отслеживании динамики изменения температур в соответствующем направлении.

Если преобразователь включился в какое-то время, то программа должна вначале определить температуру (нарастающая или падающая), т.е. определить, какой это будет период (летний или зимний).

Суть в том, что физически преобразователь устроен так, что одна пластина его емкости неподвижная, а вторая подвижная. Эта подвижная пластина передвигается, сближаясь с неподвижной пластиной или удаляясь от нее, и приводится в движение именно активным диэлектрическим стержнем.

Стержень же меняет свои размеры в зависимости от температуры внешней окружающей среды: чем она выше, тем длиннее будет стержень и, наоборот, чем она ниже, тем короче будет стержень. Но суточный предел изменения длины стержня очень небольшой, примерно доли миллиметра. Однако в течение сезона или года, от лета до зимы длина стержня будет меняться гораздо значительнее.

Например, если оставить стержень неподвижным, а подвижная пластина будет передвигаться зимой, то стержень сократится так сильно, что расстояние между неподвижной пластиной и подвижной пластиной в максимальном выдвигении будет очень большим и значение емкости резко упадет. В этом случае эффективность преобразования будет падать. В предельном случае диэлектрический стержень может сократиться настолько, что он не сможет удалить возникший ночью зазор и преобразователь просто перестанет работать.

Для этого в целях компенсации данного недостатка неподвижная пластина передвигается дополнительным устройством на какое-то расстояние, приближаясь к неподвижной пластине в случае, если стержень сильно укорачивается. Если, наоборот, стержень удлиняется летом на максимальную величину, то в предельном случае диэлектрический стержень может удлиниться настолько, что понижение температуры ночью не вызовет появления воздушного зазора, полностью выдавив расстояние между неподвижной и подвижной пластиной, что также вызовет прекращение работы преобразователя.

Следовательно, в этом случае неподвижная пластина должна отодвигаться соответственно на то расстояние, чтобы не допустить замыкание неподвижной пластины с подвижной пластиной. Данная задача также может быть возложена на программу управления.

Блок-схема алгоритма работы системы управления преобразователем в течение года показана на рисунке 2.20.

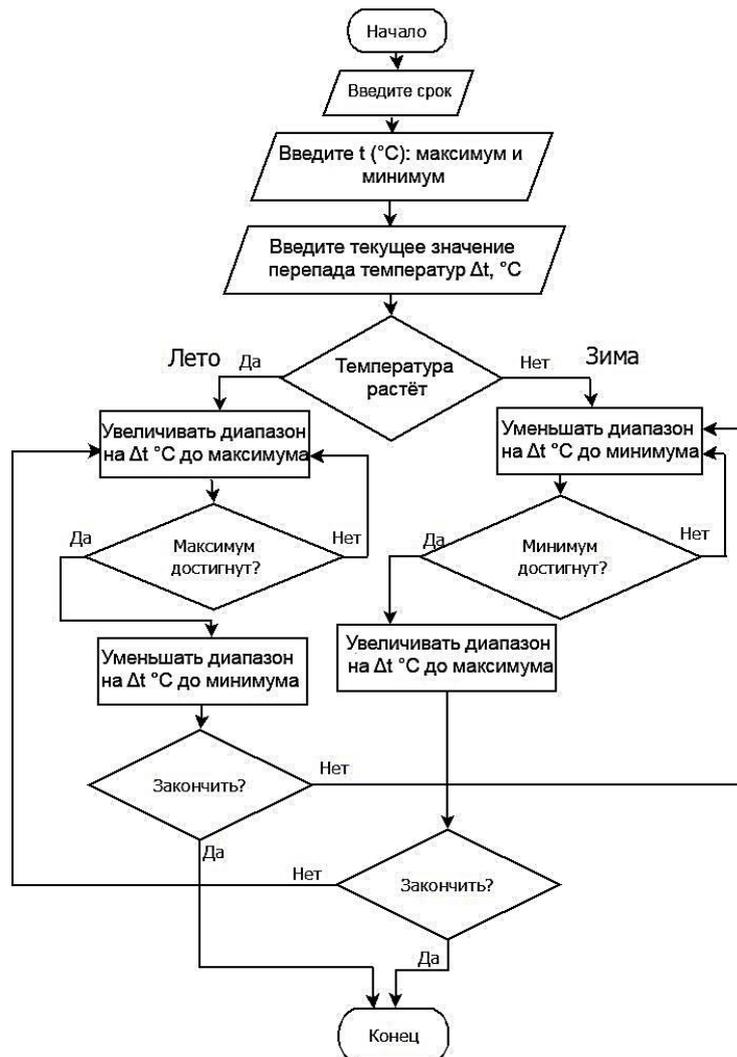


Рисунок 2.20 – Блок-схема алгоритма работы программы системы управления преобразователем в течение года

Основной целью разрабатываемой программы является отслеживание годового графика температуры: растет он или падает. В связи с этим будет приниматься

решение: либо уменьшать диапазон расстояния активного диэлектрического стержня, либо его увеличивать.

При росте температуры можно утверждать, что речь идет о летнем периоде, а значит, и далее будет наблюдаться рост температуры. Программа будет контролировать этот рост температуры до тех пор, пока температура не достигнет своего максимума, например в июле и августе этого года.

Поскольку в этом случае активный диэлектрический стержень будет постоянно удлиняться, то программа будет давать команду на увеличение диапазона и отодвигать неподвижную пластину емкости до максимума. Если максимальный диапазон не достигнут, то команда будет все время повторять на увеличение диапазона расстояния. Если же максимум достигнут, то команда пойдет уже на уменьшение диапазона. В данном случае можно говорить, что программа «поняла», что летний максимум температур достигнут и в дальнейшем она будет уменьшаться, следовательно активный диэлектрический стержень будет уже не удлиняться, а сокращаться. И так до тех пор, пока не будет достигнут минимум температуры. В дальнейшем все будет повторяться.

Если же преобразователь включился в работу в какое-то другое время, например при введении градуса начальной температуры, температура уже не растет, а падает. В этом случае программа начинает с уменьшения диапазона зазора до минимальных значений. Как и в предыдущем случае, программа будет запрашивать, достигнут минимум или нет. То есть программа «понимает», что работа происходит в зимнее время и будет контролировать до минимума температуры, то есть программа будет следить, когда достигнет минимальной температуры, допустим, в январе или декабре. Если же минимальное значение температур достигнуто, то в дальнейшем температура будет расти, и программа уже будет увеличивать диапазон на удлинение активного диэлектрического стержня.

## 2.8 Оценка возможности увеличения мощности преобразователя перепада температур

Разработанные выше алгоритмы управления преобразователем перепада температур ориентированы на обеспечение его работоспособности и повышение эффективности функционирования, но не устраняют его основного недостатка – низкой мощности. Рассмотренный принцип преобразования энергии (см. подраздел 2.1) ориентирован на однократное суточное срабатывание. Кроме того, на выходную мощность преобразователя существенное влияние оказывает единичная установленная емкость управляемого конденсатора. Еще одним фактором, ограничивающим предельные значения емкости конденсатора, являются материалы диэлектрика, используемого в качестве активного стержня. На сегодняшнем этапе развития материаловедения наилучшие диэлектрические материалы могут обеспечить довольно незначительное изменение линейного размера (доли, в лучшем случае единицы миллиметров) при перепаде температур в 5-10 °С.

Однако существуют материалы, в том числе газы и жидкости, которые при таком перепаде температур значительно меняют свой объем. Например, данный эффект используется сегодня в термоцилиндрах для регулирования температуры климата теплиц. На рисунке 2.21 показан паспорт и внешний вид термоцилиндра для регулирования температуры климата теплиц.

При небольших температурах шток цилиндра вдвинут в цилиндр. При повышении температуры шток цилиндра выдвигается и отодвигает рычаг на большое расстояние (рисунок 2.22). Например, данное устройство при увеличении температуры до 26 °С за счет жидкости, помещенной в этом цилиндре, значительно выдвигает шток цилиндра на расстояние до 150 мм.

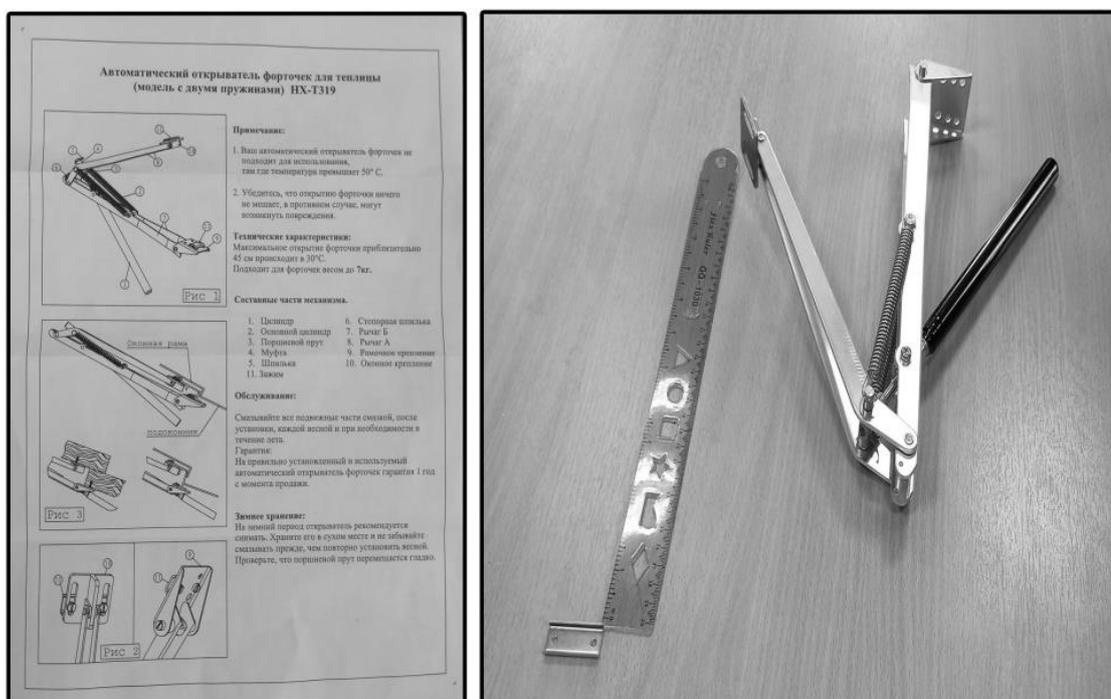


Рисунок 2.21 – Паспорт и внешний вид термоцилиндра для регулирования температуры климата теплиц



1 – термоцилиндр; 2 – шток цилиндра при минимальной температуре;  
 3 – расстояние при минимальной температуре; 4 – шток цилиндра удлиняется при максимальной температуре и выдвинут; 5 – увеличенное расстояние при максимальной температуре

Рисунок 2.22 – Шток цилиндра при повышении температуры передвинул рычаг на расстояние 30 см

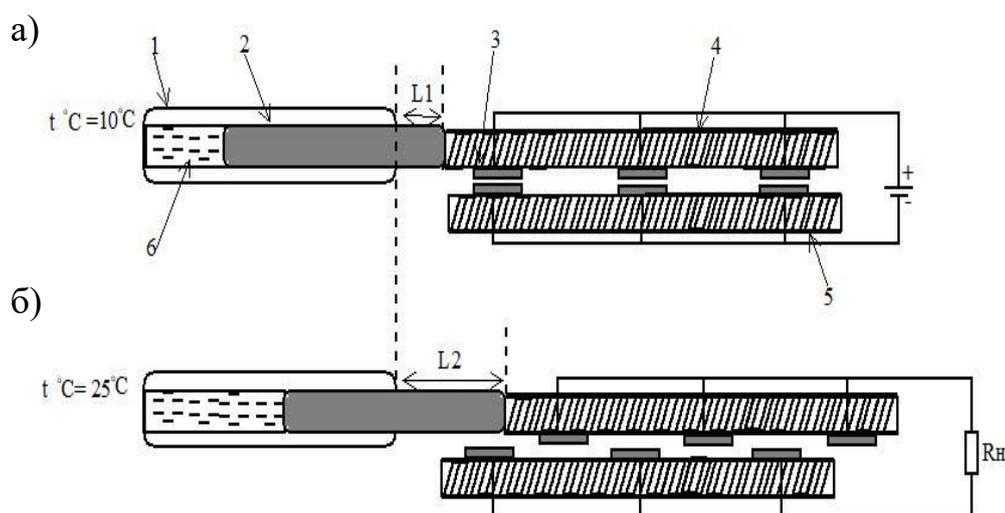
Рассмотрим возможности применения данного либо аналогичных устройств для ослабления вышеотмеченных недостатков, связанных с ограничением единичной мощности преобразователя перепада температур. Для этого выдвижной шток такого цилиндра соединим с набором конденсаторов, которые будут срабатывать несколько раз сутки, так как шток цилиндра имеет возможность выдвигаться на большую длину.

Такое техническое решение обеспечит:

1) более частое срабатывание системы преобразователя (несколько раз в сутки, как при прямом, так и при обратном реверсивном движении штока цилиндра);

2) суммирование выходных параметров нескольких модулей, которые будут приводиться в действие движением штока.

Иллюстрация принципа работы данного технического решения показана на рисунке 2.23.



1 – корпус алюминиевого цилиндра; 2 – подвижный шток поршня цилиндра;

3 – конденсаторы  $C_1, C_2, \dots, C_n$ ; 4 – диэлектрическое основание крепления подвижных пластин конденсатора; 5 – диэлектрическое основание крепления неподвижных пластин конденсатора; 6 – термочувствительная жидкость

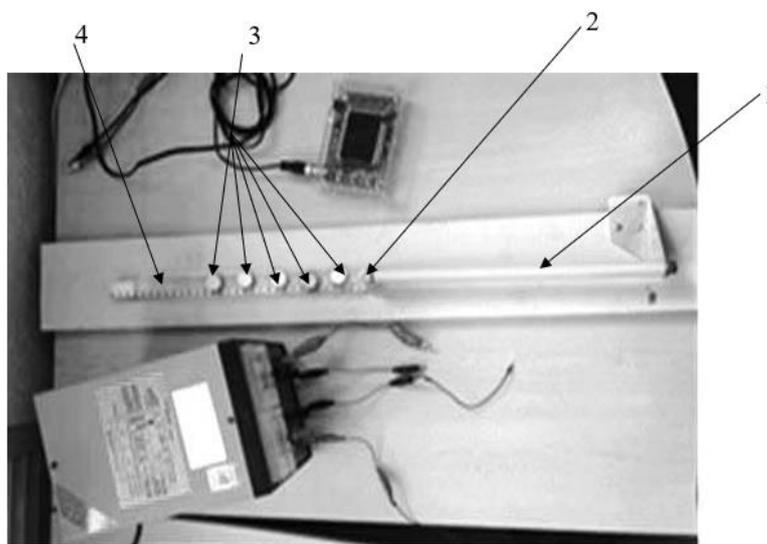
Рисунок 2.23 – Положение штока цилиндра при низкой температуре (а)

и высокой температуре (б)

Из рисунка 2.23 видно, что при низкой температуре подвижный шток поршня цилиндра практически вдвинут в цилиндр и пластины конденсатора находятся на близком расстоянии друг над другом. В этом положении емкости конденсаторов будут максимальными, с помощью контактов подключаются к источнику питания (батарее), заряжаются до максимума и отключаются от источника питания при последующем движении штока.

После того, как температура повышается, подвижный шток цилиндра перемещает пластины конденсатора на заданное конструкцией расстояние. В этом случае емкости конденсаторов уменьшаются, и так как конденсаторы отключены от источника питания, заряд на них остается неизменным, а напряжение на выходе вырастет на величину изменения емкости конденсаторов. Далее конденсаторы подключаются к нагрузке.

Оценка работоспособности рассмотренного технического решения осуществлялась на экспериментальном макете. На рисунке 2.24 показан внешний вид установки. Фото отражает момент, когда термоцилиндр располагается в исходном положении при низкой температуре.



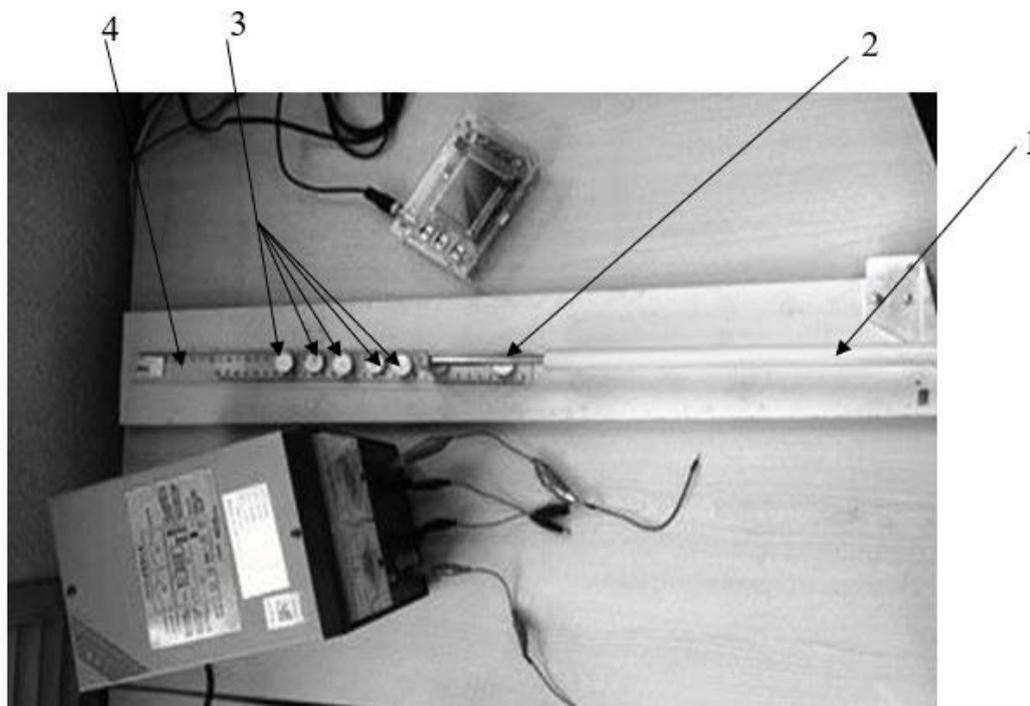
1 – термоцилиндр; 2 – выдвижной шток цилиндра, укорачивающийся при низкой температуре; 3 – пластины конденсатора при низкой температуре; 4 – основание крепления пластин конденсатора

Рисунок 2.24 – Термоцилиндр в исходном положении при низкой температуре

Изображение на рисунке 2.25 соответствует моменту, когда термоцилиндр находится в процессе движения, шток выдвинут на половину своей длины при росте температуры. При понижении температуры шток цилиндра снова вдвигается в цилиндр и перемещает пластины конденсаторов в обратном порядке так, что устройство вновь срабатывает, добавляя энергию к уже полученной.

При достаточной длине штока такое срабатывание можно получить 3-4 раза в прямом направлении и в обратном, что дает в сумме 6-8 срабатываний за сутки. Если принять количество конденсаторов на закрепленной планке 5, то в конечном итоге получим увеличение мощности устройства в 30-40 раз, что весьма существенно.

Если принять количество конденсаторов на закрепленной планке 5, то при срабатывании в прямом направлении 2 раза и в обратном направлении 2 раза в конечном итоге получим увеличение мощности устройства в 20 раз.



1 – термоцилиндр; 2 – выдвижной шток цилиндра, удлиняющийся при высокой температуре; 3 – пластины конденсатора, изменяющие своё расположение при высокой температуре; 4 – основание крепления пластин конденсатора

Рисунок 2.25 – Термоцилиндр, шток которого выдвинут на полную длину при высокой температуре

Данный несложный эксперимент наглядно показывает возможности роста мощности преобразователей перепада температур, которые могут быть значительными.

### **Выводы по второй главе:**

1 Предложен новый принцип построения стабильного источника энергии на основе перепада температур, позволяющий расширить функциональные возможности гибридного комплекса электропитания малой мощности.

2 Разработан алгоритм управления преобразователем перепада температур как части электротехнического комплекса гибридной электростанции в его составе, позволяющий создать программу управления комплексом.

3 Разработаны алгоритмы управления преобразователем энергии перепада температур окружающей среды при сезонных перепадах температур в течение года с привязкой к месту установки.

4 Предложен алгоритм соблюдения режима конфиденциальности и информационной безопасности в составе общей программы управления комплексом.

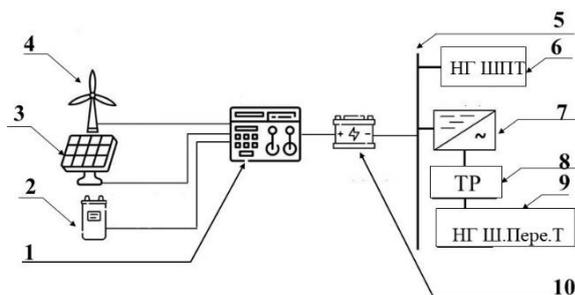
5 Синтезированы алгоритмы управления комплексом при годовых, месячных и суточных изменениях перепада температур, позволяющие автоматизировать настройки программы управления комплексом по сезонам года.

6 Предложен и экспериментально обоснован модульный принцип увеличения мощности преобразователя, позволяющий повысить энергетическую эффективность комплекса с помощью устройств, имеющих повышенные коэффициенты объемного расширения.

### Глава 3 Разработка системы управления и алгоритмов автономного гибридного электротехнического комплекса с преобразователем энергии перепада температур

#### 3.1 Математическое описание гибридного электротехнического комплекса с преобразователем перепада температур

Как было отмечено в главе 1, базовым вариантом построения гибридного электротехнического комплекса на основе ВИЭ является комплекс, состоящий из источника энергии на солнечных панелях, источника на ветрогенераторе и стабилизирующей работу аккумуляторной батареи [63]. Включение в состав гибридного комплекса дополнительного источника на основе преобразователя перепада температур преследует повышение устойчивости и надежности работы комплекса за счет ослабления влияния климатических условий. При этом если ориентироваться на наиболее приемлемый вариант реализации гибридного комплекса для маломощных потребителей, то необходимо остановиться на схеме с шиной постоянного тока. В данном случае функциональная схема комплекса может быть представлена в виде, показанном на рисунке 3.1.



- 1 – контроллер; 2 – преобразователь перепада температур;  
 3 – солнечная панель; 4 – ветрогенератор; 5 – шина постоянного тока;  
 6 – нагрузка шины постоянного тока; 7 – инвертор; 8 – трансформатор;  
 9 – нагрузка шины переменного тока; 10 – аккумулятор

Рисунок 3.1 – Упрощенная функциональная схема гибридного электротехнического комплекса электроснабжения с использованием ВИЭ с преобразователем перепада температур и ШПТ

На рисунке 3.1 приняты следующие обозначения: ВЭУ – ветрогенератор; СП – солнечные панели; ППТ – преобразователь перепада температур; СУ – система управления; КНТ – контроллеры управления; АКБ – аккумуляторные батареи; ИНВ – инверторы; НГ – нагрузка.

Наличие в составе комплекса аккумуляторных батарей обусловлено необходимостью стабилизации режимов энергопотребления в те моменты времени, когда энергии, вырабатываемой одним или несколькими источниками, недостаточно для обеспечения надежной работы.

Кроме того, аккумуляторные батареи выполняют роль накопителя энергии, когда потребление незначительно. Поэтому одной из основных задач, возлагаемых на систему управления гибридным комплексом с преобразователем перепада температур, будет являться контроль по всем трем каналам энергоснабжения нагрузки и контроль уровня заряда аккумуляторных батарей. Непрерывный контроль по всем трем каналам энергоснабжения уровня нагрузки дает возможность поддерживать энергоснабжение потребителей вне зависимости от природных факторов. Контроль уровня заряда аккумуляторных батарей не позволит доводить их до критического уровня.

Для разработки математического описания комплекса необходимо определить теоретические значения выработки электроэнергии по всем источникам.

Мощность, вырабатываемую ветрогенерирующей установкой на основе ветроколеса, можно определить по выражению [3, 4]

$$P_{\text{ВЭУ}}(t) = \frac{\rho(t)}{2} \cdot F_{\text{ВЭУ}} \cdot V_{\text{в}}^3(t) \cdot C_p, \quad (3.1)$$

где  $\rho(t)$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$(t)$  – текущий момент времени;

$F_{\text{ВЭУ}}$  – отметаемая площадь ВЭУ, м<sup>2</sup>;

$V_{\text{в}}(t)$  – скорость ветра на высоте установки ветроколеса, м/с;

$C_p$  – коэффициент мощности ВЭУ.

Мощность, генерируемая источником на основе солнечных панелей, может быть подсчитана по выражению [11, 42, 52]

$$P_{СП}(t) = J_C(t) \cdot S \cdot C_T \cdot \eta, \quad (3.1)$$

где  $J_C(t)$  – интенсивность солнечного излучения, Вт/м<sup>2</sup>;

$(t)$  – текущий момент времени.

$S$  – площадь фотоэлемента, м<sup>2</sup>;

$C_T$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры для мощности, о.е.;

$\eta$  – номинальный КПД солнечного элемента,

Мощность, генерируемую преобразователем перепада температур, в общем виде можно определить как

$$P_{ПТ}(t) = I_1 \cdot U_1 \cdot \varepsilon_1, \quad (3.3)$$

где  $I_1$  – ток нагрузки;

$U_1$  – напряжение возбуждения;

$\varepsilon_1$  – относительная диэлектрическая проницаемость материала между пластинами с максимально высоким значением.

Надежная и устойчивая работа гибридного электротехнического комплекса возможна при соблюдении баланса потребляемой и производимой энергии, т.е. когда соблюдается равенство

$$P_{\Sigma}(t) = P_{ВЭУ}(t)_{\max} + P_{СП}(t)_{\max} + P_{ПТ}(t)_{\max} - \Sigma \Delta P(t) - P_{н}(t), \quad (3.4)$$

где  $P_{н}(t)$  – нагрузка потребителя, кВт;

$\Sigma \Delta P(t)$  – суммарные электрические потери в системе электроснабжения.

Общая мощность потерь

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta P(t) = & \Delta P_{тр.вэу}(t) + \Delta P_{инв}(t) + \Delta P_{п.сп}(t) + \Delta P_{п.вэу}(t) + \Delta P_{п.пт}(t) + \\ & + \Delta P_{тр.общ}(t) + \Delta P_{ак.б}(t) + \Delta P_{инв}(t), \end{aligned} \quad (3.5)$$

где  $\Delta P_{тр.вэу}(t)$ ,  $\Delta P_{тр.общ}(t)$  – электрические потери в трансформаторах ВЭУ и инвертора, кВт;

$\Delta P_{инв}(t)$  – электрические потери в инверторе, кВт;

$\Delta P_{п.сп}$ ,  $\Delta P_{п.вэу}$ ,  $\Delta P_{п.пт}$  – электрические потери в проводах соответствующих источников, кВт;

$\Delta P_{\text{ак.б}}(t)$  – электрические потери в аккумуляторных батареях, кВт.

Максимально возможная мощность вырабатываемой электроэнергии  $P_{\Sigma}(t)$  будет равна сумме мощностей, составляющих ВЭУ, СП и ПТ.

$$P_{\Sigma}(t) = P_{\text{вэу}}(t) + P_{\text{СП}}(t) + P_{\text{ПТ}}(t). \quad (3.6)$$

Выражение фактической емкости аккумуляторных батарей в текущий момент времени

$$Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}(t) = Q_{\text{ак.б}}(t-1) + \frac{[P_{\Sigma}^{+}(t) + P_{\Sigma}^{-}(t)]t}{U}, \quad (3.7)$$

где  $Q_{\text{ак.б}}(t-1)$  – заряд аккумуляторной батареи в предыдущий момент времени;

$P_{\Sigma}^{+}(t)$  – суммарная мощность, вырабатываемая источниками в текущий момент времени;

$P_{\Sigma}^{-}(t)$  – мощность, идущая на заряд аккумулятора;

$U$  – напряжение на шине постоянного тока.

Значение мощности  $P_{\Sigma}(t)$  является знакопеременной функцией. Если  $P_{\Sigma}(t)$  имеет положительный знак, следовательно генерируемой мощности от источников, использующих ВИЭ, достаточно для прямого снабжения потребителя и заряда АКБ, т.е.

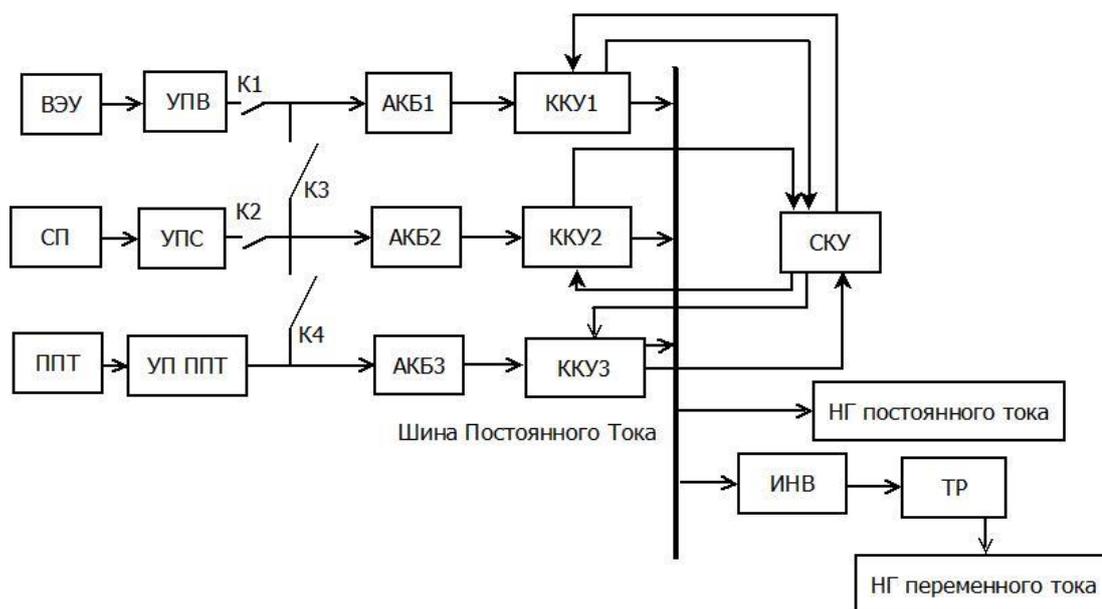
$$P_{\Sigma}^{+}(t) = \begin{cases} P_{\Sigma}(t), & (P_{\Sigma}(t) > 0) \cap (Q_{\text{ак.б}}^{\text{мак}} - Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}) \cdot U \geq \eta_{\text{ак.б}} \cdot P_{\Sigma}(t) \cdot \Delta t \\ \frac{(Q_{\text{ак.б}}^{\text{мак}} - Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}(t))}{\Delta t} \cdot U, & (P_{\Sigma}(t) > 0) \cap (Q_{\text{ак.б}}^{\text{мак}} - Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}(t)) \cdot U \geq \eta_{\text{ак.б}} \cdot P_{\Sigma}(t) \cdot \Delta t \\ 0, & P_{\Sigma}(t) < 0 \end{cases}$$

Если  $P_{\Sigma}(t)$  имеет отрицательный знак, то генерируемой мощности недостаточно для потребителя, и остаток недостающей мощности извлекается из аккумуляторных батарей

$$P_{\Sigma}^{-}(t) = \begin{cases} P_{\Sigma}(t), & (P_{\Sigma}(t) < 0) \cap (Q_{\text{ак.б}}^{\text{мин}} - Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}(t)) \cdot U \geq \frac{P_{\Sigma}(t) \cdot \Delta t}{\eta_{\text{ак.б}}} \\ \frac{(Q_{\text{ак.б}}^{\text{мин}} - Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}(t))}{\Delta t} \eta_{\text{ак.б}} \cdot U, & (P_{\Sigma}(t) < 0) \cap (Q_{\text{ак.б}}^{\text{мин}} - Q_{\text{ак.б}}^{\text{TM}}(t)) \cdot U < \frac{P_{\Sigma}(t) \cdot \Delta t}{\eta_{\text{ак.б}}} \\ 0, & P_{\Sigma}(t) > 0 \end{cases}$$

### 3.2 Разработка системы управления контролем нагрузки источников энергии гибридной системы на основе ВИЭ

Анализ полученных выше выражений показывает, что при функционировании гибридной системы электроснабжения могут возникать условия, при которых вырабатываемая источниками энергии превышает запрашиваемую потребителями, а аккумуляторная батарея находится в полностью заряженном состоянии. Разрешение таких коллизий в работе гибридной установки должно возлагаться на систему управления ею [52]. Для достижения поставленной цели система управления такого электротехнического комплекса должна в первую очередь решать следующие задачи: управление нагрузкой и контроль заряда аккумуляторных батарей всей системы. Один из возможных вариантов схемного решения построения системы управления в виде функциональной схемы представлен на рисунке 3.2.



СКУ – система управления нагрузкой; K1 – K4 – управляемые контакты системы СКУ; ККУ – контактно-контрольные устройства; УП – автономные системы управления энергоисточниками; АКБ<sub>i</sub> – аккумуляторные батареи; ИНВ – инвертор; ТР – трансформатор; НГ – нагрузка на шине постоянного и переменного тока

Рисунок 3.2 – Функциональная схема системы контроля и управления нагрузкой автономного гибридного электротехнического комплекса

Система контроля и управления нагрузкой (СКУ) предназначена для достижения следующих целей. В моменты, когда в режиме генерации работают все три составляющие энергосистемы (солнечная, ветровая и преобразователь перепада температур), на шину постоянного тока поступает энергия от всех трех источников. Однако для текущего энергоснабжения нагрузки в эти моменты достаточно вырабатываемой энергии от двух или даже одного источника энергии. Поэтому если аккумуляторы имеют полную зарядку, то СКУ должна иметь возможность отключать излишние источники.

Для обеспечения реализации описанной функции СКУ в цепи между аккумуляторными батареями и шиной постоянного тока каждого из трех каналов выработки электроэнергии включены контрольно-коммутирующие устройства ККУ, в задачу которых входит контроль нагрузки в соответствующем канале выполнения операции переключения.

Установленные в этих контрольных коммутирующих устройствах датчики должны контролировать ток нагрузки и осуществлять передачу информации в систему контроля и управления нагрузкой. При этом в случае если работали все три составляющих, то система в первую очередь обеспечивает отключение оборудования с электромеханической составляющей. Это, например, ветрогенератор, имеющий подшипниковые узлы, системы ориентации и другие механически подвижные части. Либо преобразователь перепада температур, в котором также есть подвижные части. Такое отключение позволяет экономить ресурсы оборудования. Отключение излишних источников энергии увеличивает их срок службы.

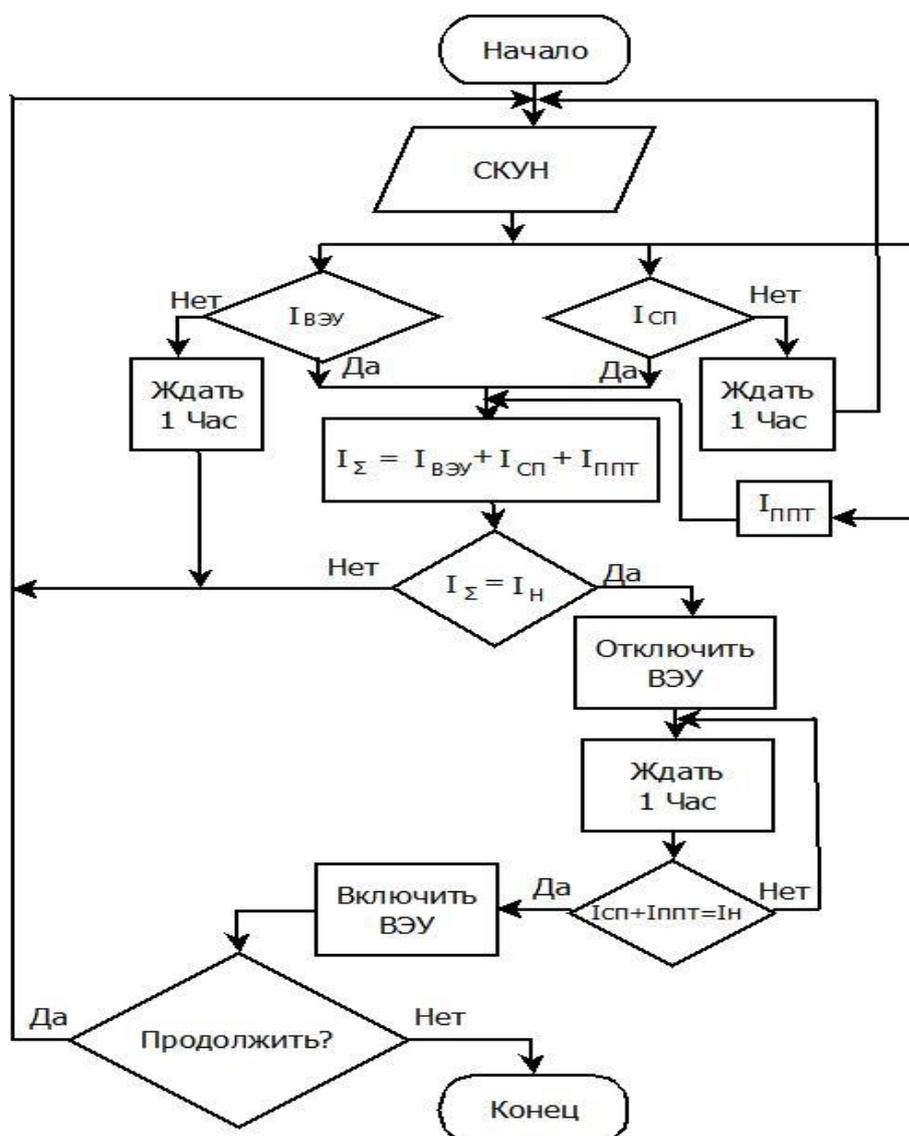


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритма системы управления нагрузкой

Блок-схема вышеописанного алгоритма управления приведена на рисунке 3.3 [67].

### 3.3 Разработка системы контроля уровня заряда аккумуляторных батарей гибридного комплекса с преобразователем перепада температур и с шиной постоянного тока

Как было отмечено в предыдущих подразделах главы, надежная и устойчивая работа гибридного комплекса невозможна без контроля за состоянием заряда и разряда аккумуляторной батареи. Так, например, при длительном отсутствии ветра и

солнца батареи могут разрядиться ниже нормы, что в конечном итоге приведет к аварийной ситуации в электроснабжении потребителей. Поэтому общая система управления гибридным комплексом электроснабжения должна комплектоваться устройством контроля заряда аккумуляторных батарей (СКЗ) [59]. Данное требование вызовет преобразование схемы, приведенной на рисунке 3.2, к следующему виду (рисунок 3.4).



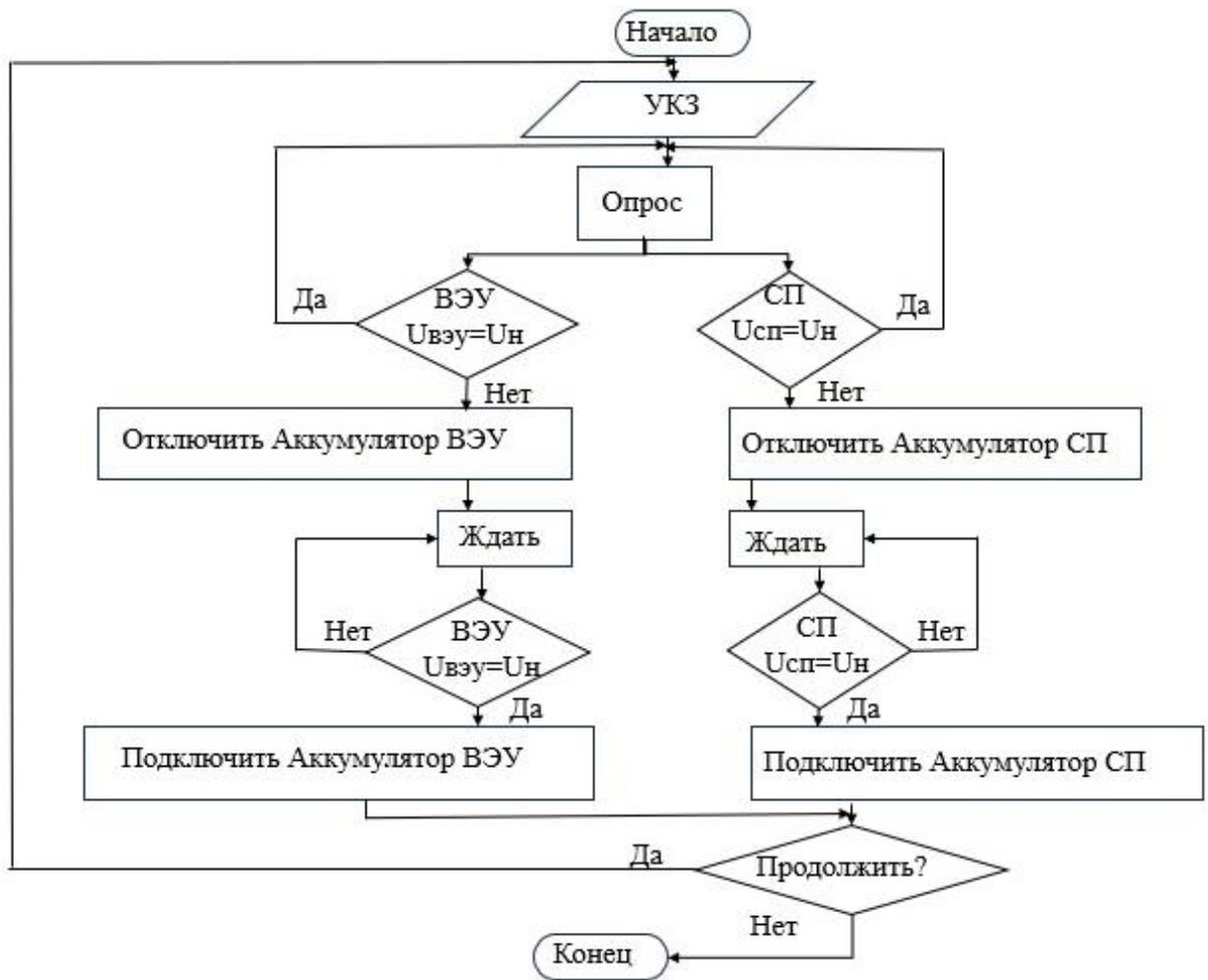
СКЗ – система контроля заряда; ККУ – контактно-контрольные устройства;

ДЗ – датчики контроля заряда аккумуляторных батарей

Рисунок 3.4 – Функциональная схема для контроля заряда батарей

всех трех источников энергии

Принцип работы СКЗ наглядно отражает разработанный алгоритм программы для контроля заряда батарей источников энергии, который показан на рисунке 3.5.



$U_{вэу}$  – напряжение ветрогенератора;  $U_{сп}$  – напряжение солнечной панели;  
 $U_{пт}$  – напряжение преобразователя перепада температур;  
 $U_n$  – номинальное напряжение

Рисунок 3.5 – Блок-схема алгоритма программы для контроля заряда батарей источников энергии

Система контроля заряда работает следующим образом. Если напряжение любой из аккумуляторных батарей снизилось ниже нормы, то СКЗ с помощью ККУ отключает эту батарею от шины постоянного тока, и батарея будет находиться в режиме ожидания наличия ветра или солнца. Как только, например, появится ветер, ветрогенератор начинает заряжать батарею до нормы, датчики передают эту информацию на СКЗ, и последняя подключает эту батарею к шине постоянного тока. Это позволяет продлевать срок службы аккумуляторных батарей и не допускает их преждевременного износа.

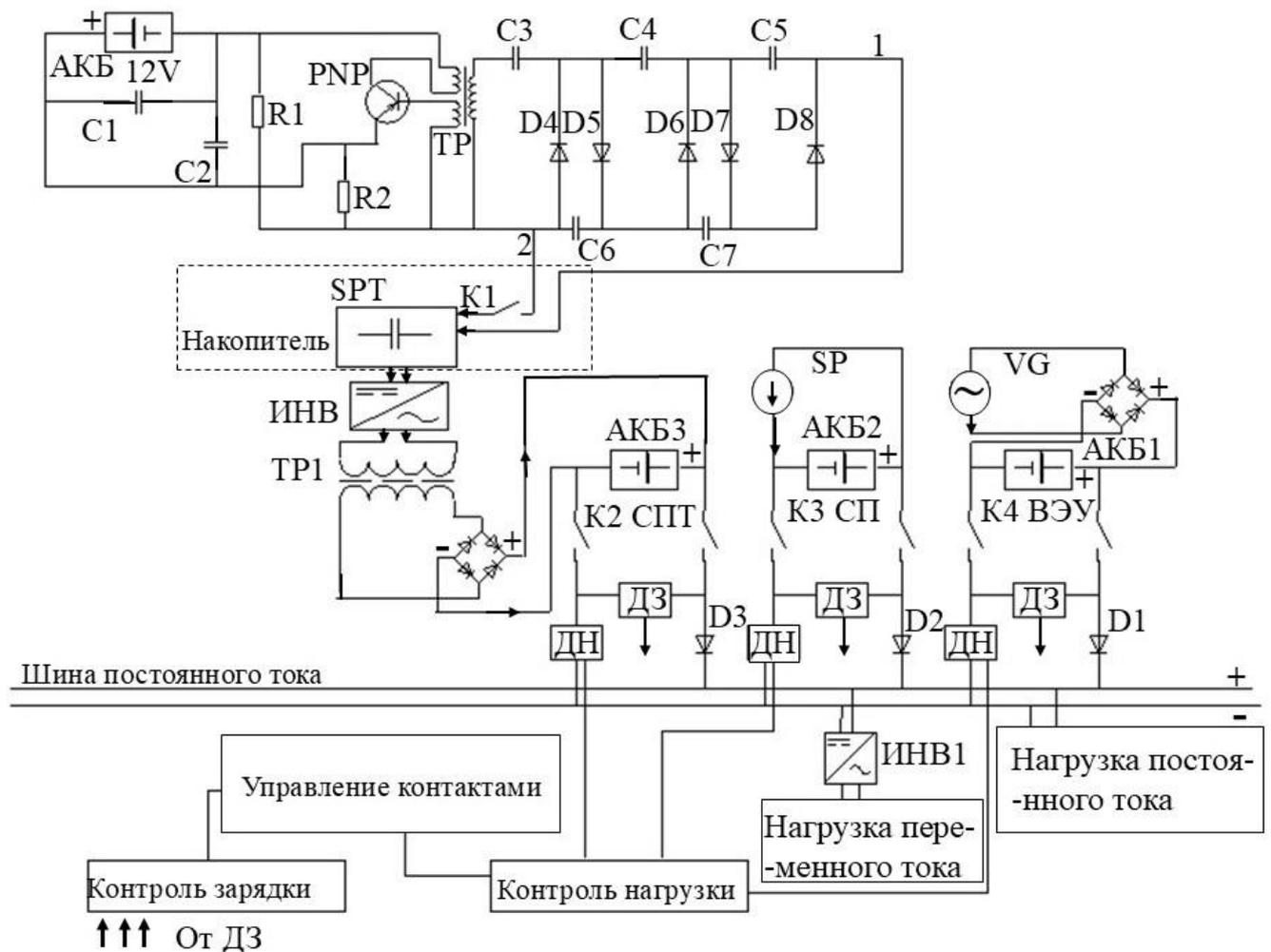
### **3.4 Разработка принципиальной схемы гибридного электротехнического комплекса**

Опираясь на ряд известных технических решений [42, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 57] и учитывая особенности реализации устройства преобразователя перепада температур, возможный вариант схемной реализации гибридного электротехнического комплекса может быть представлен в виде, показанном на рисунке 3.6.

При синтезе используемых элементов принципиальной схемы учитывалось следующее. При работе преобразователя перепада температур энергия, вырабатываемая им, должна поступать на накопители в виде конденсаторов, напряжение которых характеризуется довольно высокой величиной, поэтому для согласования его с напряжением аккумуляторных батарей на выходе накопителя включены инвертор и понижающий трансформатор, после этого переменное напряжение выпрямляется.

Далее осуществляется обмен энергией с аккумуляторной батареей АКБЗ. Если контакт канала источника перепада температур Кспт замкнут, то энергия поступает на шину постоянного тока.

Если канал источника на базе солнечных панелей работает при наличии солнца, то его энергия в виде постоянного тока и напряжения, равного аккумуляторной батарее, при замкнутых контактах Ксп также поступает на шину постоянного тока. Энергия ветрогенератора в виде переменного тока при наличии ветра поступает на мостовой выпрямитель, затем на стабилизатор в виде емкости и катушки индуктивности, далее поступает на аккумулятор. Если замкнуты контакты Квэу, то далее на шину постоянного тока.



VG – ветрогенератор; SP – солнечные панели; SPT – преобразователь перепада температур; ДЗ – датчики заряда аккумуляторных батарей; ДН – датчики нагрузки; АКБ – аккумуляторные батареи; ИНВ – инверторы; TP – трансформаторы; K1 – контакт повышающего высоковольтного преобразователя; K2спт – контакты системы перепада температур; K3сп – контакты солнечных панелей; K4вэу – контакты ветрогенератора; Блок управления контактами; Блок управления нагрузкой; Блок управления зарядом; D – диоды; C – конденсаторы; R – резисторы

Рисунок 3.6 – Схема гибридного электротехнического комплекса

В цепи каждого канала гибридного источника включен датчик заряда батарей и контроля нагрузки. Информация с датчика заряда поступает на блок управления зарядом батарей. Если сигнал с датчика заряда покажет, что батарея данного канала

разряжена, то блок управления зарядом дает команду на отключение этого канала от нагрузки.

В дальнейшем система управления зарядом через датчики зарядов проверяет работу отключенного канала гибридного источника. Если канал заработал и начался заряд батареи, то по достижении нормального уровня заряда батарей система управления зарядом дает команду на подключение его к шине постоянного тока.

В это же время датчики нагрузки отслеживают работу всех каналов электропитания. Если работают все три канала, то блок управления нагрузками отключает ветрогенератор в целях сбережения его электромеханической части.

### **Выводы по третьей главе:**

1 Выполнено математическое описание гибридного электротехнического комплекса с преобразователем перепада температур, учитывающее взаимосвязь каждого из каналов электропитания комплекса.

2 Показана необходимость включения в состав гибридного комплекса системы контроля нагрузки каждого из источников, что в конечном итоге обеспечивает продление срока службы составляющих комплекса. Разработан алгоритм управления системой контроля нагрузки источников.

3 Разработан алгоритм для системы контроля уровня заряда аккумуляторных батарей гибридного комплекса с преобразователем перепада температур, позволяющий повысить устойчивость работы комплекса и продлевать срок службы аккумуляторных батарей.

4 Разработана принципиальная схема гибридного электротехнического комплекса с учетом особенностей функционирования и построения преобразователя перепада температур, подтверждающая его работоспособность.

## **Глава 4 Разработка программного обеспечения комплекса по привязке к месту эксплуатации и его моделирование**

Как было показано в главе 2, суточный перепад температуры существенно зависит от места расположения гибридного комплекса. Это в конечном итоге может привести к потере работоспособности преобразователя перепада температур или к существенному снижению его эффективности. Поэтому реальная система управления гибридным комплексом должна опираться на значение перепада температуры, характерного для места эксплуатации. Процесс определения перепада температуры конкретной местности является трудо-затратным, так как опирается на большой набор статистических данных. Автоматизация данного процесса позволит ослабить влияние этого недостатка, для этого предлагается оснастить систему управления комплекса автоматизированным рабочим местом (АРМ) выбора месторасположения комплекса. В качестве иллюстрации проводилась разработка программного обеспечения АРМ конкретных регионов России и Мьянмы. С этой целью изучалась статистика перепада температур по отдельным регионам России и Мьянмы, разрабатывались алгоритмы программы, которые позволяли найти необходимые значения перепада температур в данном регионе планеты [68].

На основании статистических данных перепада температур день-ночь по отдельным регионам России и Мьянмы создана электронная база данных этих значений, обработка которой с помощью разработанного алгоритма управления преобразователем позволяет без труда найти необходимые значения перепада температур в любом регионе планеты. Программа создана с помощью языка Java.

### **4.1 Разработка алгоритма и программного обеспечения АРМ выбора места установки комплекса**

Для настройки системы управления преобразователя в структуре гибридного электротехнического комплекса на основе ВИЭ необходимо ввести в нее значения перепада температур места установки и эксплуатации электротехнического

комплекса. Разработанная программа должна в автоматизированном режиме находить необходимые значения перепада температур в данном регионе планеты и полученные данные автоматически вводить в систему управления. Пользователь с помощью этой программы может выбрать страну и регион в созданной базе данных температур, где будет эксплуатироваться гибридный комплекс с преобразователем перепада температур.

Разработанный алгоритм выбора места эксплуатации гибридного комплекса представлен в виде блок-схемы на рисунке 4.1.

Реализация алгоритма осуществляется с помощью следующих основных блоков:

Блок 1. Авторизация и идентификация пользователя.

Блок 2. Температуры базы территорий. Здесь создана автоматическая база данных о значениях температуры по всем регионам и странам нашей планеты.

Блок 3. Выбор места установки преобразователя в регионах планеты. Реализуется путем ввода конкретной страны, например области, края или региона.

Блок 4. Автоматическая база данных значений перепада температур по всем регионам нашей планеты, например области, края или региона. В блоке можно найти среднее значение перепада температур на заданном месте установки.

Блок 5. Выбор места установки преобразователя в регионах планеты. Реализуется путем ввода конкретного города из области, края страны. Имеет автоматическую базу данных по всем регионам нашей планеты.

Блок 6. Базы данных общего значения перепада температур на заданном месте (например, город или поселение) установки программы. В этом блоке можно осуществить поиск общего значения перепада температур выбранного города.

Блок 7. Ввод срока действия.

В программе предусмотрен режим последовательного перехода от выбранной страны к необходимому региону, далее к столице или городу выбранного региона. Поэтому вначале вводится название страны, затем ее региона, и далее конкретно места установки преобразователя, например город Комсомольск-на-Амуре,

Хабаровский Край, Россия или город Пегу из Региона Пегу Мьянмы (приложения А – М).

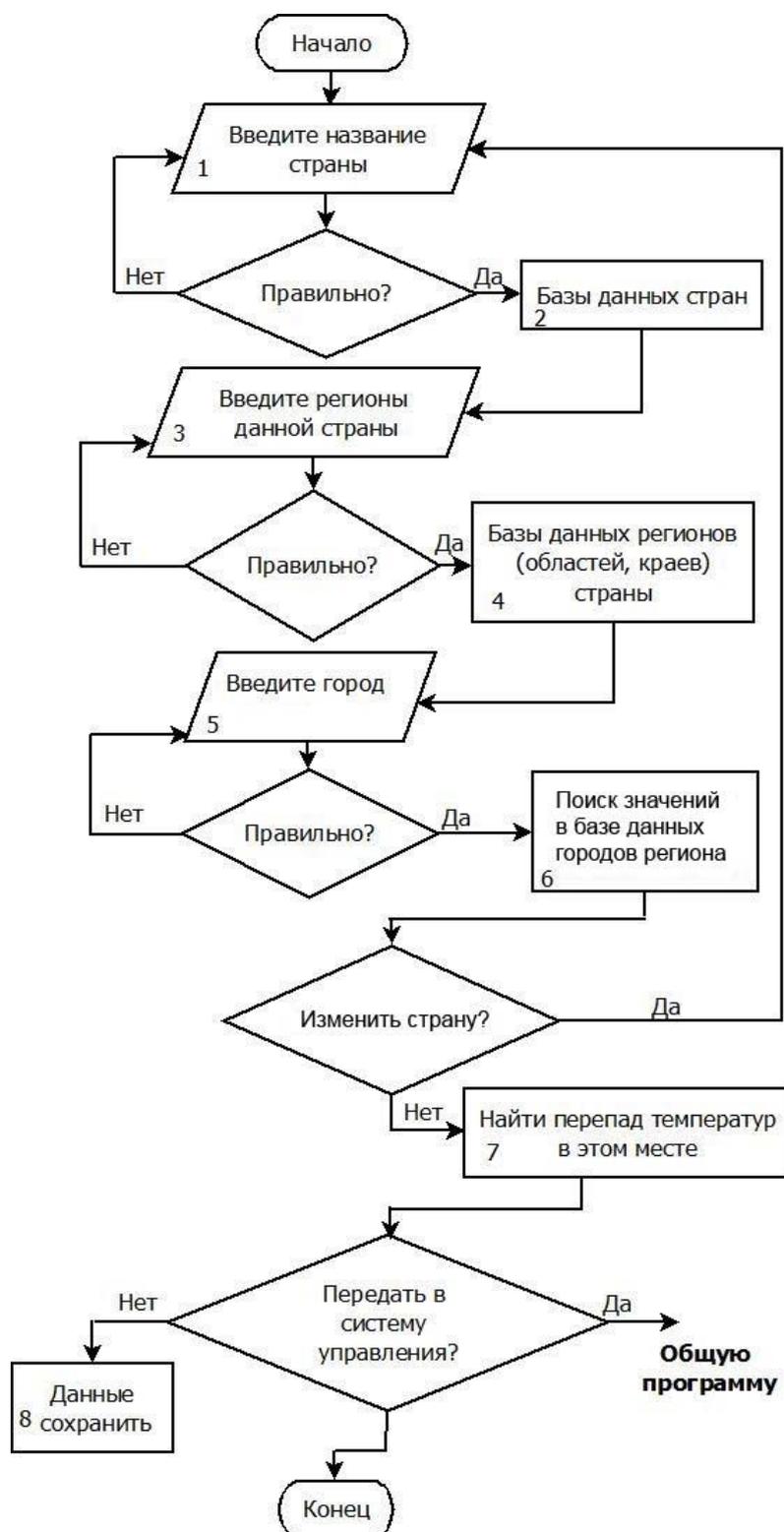
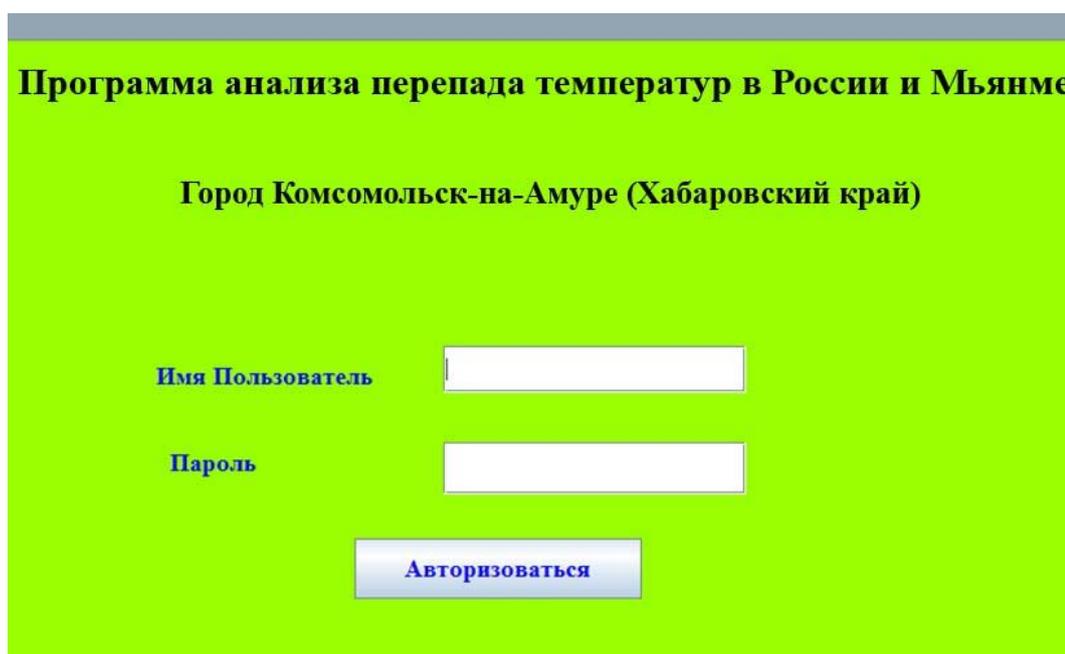


Рисунок 4.1 – Блок-схема алгоритма программы поиска места установки гибридного электротехнического комплекса

В программе предусмотрена возможность изменения выбора страны, региона или города, в случае если название первоначально было введено пользователем ошибочно.

Далее для иллюстрации работы программы приводятся фрагменты интерфейса пользователя в различных режимах работы.

Интерфейс окна ввода разработанной программы выглядит следующим образом (рисунок 4.2).



**Программа анализа перепада температур в России и Мьянме**

**Город Комсомольск-на-Амуре (Хабаровский край)**

Имя Пользователь

Пароль

**Авторизоваться**

Рисунок 4.2 – Окно интерфейса входа в программу  
(программный код данного алгоритма приведен в приложении А)

Далее программа переходит к поиску значений перепада температур заданного места установки преобразователя. Здесь требуется определить, в какой стране будет установлен преобразователь. Интерфейс окна выглядит следующим образом (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Интерфейс окна выбора страны  
(программный код данного алгоритма приведен в приложении Б)

После того как была выбрана страна, программа переходит в меню данных страны. Ниже в качестве примера показано окно меню региона Мьянмы (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Интерфейс окна меню регионов Мьянмы  
(программный код данного алгоритма приведен в приложении В)

После этого выбирается необходимая область установки преобразователя в данном регионе.

В примере выбран город Пегу (округ Пегу) Мьянмы. Окно меню города выглядит следующим образом (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Интерфейс окна выбора места регионов Пегу (программный код данного алгоритма приведен в приложении Г)

Для установки заданного периода действия работы преобразователя и одновременного выбора температурного перепада в городе Пегу разработан интерфейс (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Интерфейс окна меню города Пегу  
(программный код данного алгоритма приведен в приложении Д)

**Перепад температур города Пегу в течение года (Часть-1)**

**Январь**

|             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|
| Январь/День | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | Сумма | Среднее |
| День        | 34 | 34 | 35 | 34 | 35 | 34 | 33 | 34 | 35 | 34 | 33 | 33 | 32 | 34 | 34 | 34 | 35 | 34 | 35 | 34 | 35 | 34 | 35 | 34 | 31 | 30 | 32 | 33 | 34 | 34 | 35 |       |         |
| Ночь        | 19 | 18 | 20 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 | 19 | 18 | 16 | 18 | 20 | 17 | 19 | 19 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 | 20 | 20 | 17 | 16 | 14 | 15 | 13 | 15 | 16 | 17 |       |         |
| Перепад Тем | 15 | 16 | 15 | 13 | 15 | 14 | 14 | 16 | 16 | 16 | 17 | 15 | 12 | 17 | 15 | 15 | 19 | 17 | 18 | 17 | 16 | 14 | 15 | 17 | 15 | 16 | 17 | 20 | 19 | 18 | 18 | 482   | 15.54   |

**Февраль**

|              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|
| Февраль/День | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | Сумма | Среднее |
| День         | 35 | 35 | 34 | 33 | 27 | 34 | 35 | 36 | 34 | 35 | 36 | 36 | 34 | 32 | 32 | 34 | 35 | 36 | 36 | 35 | 36 | 37 | 37 | 36 | 36 | 36 | 35 | 35 | 37 |       |         |
| Ночь         | 17 | 20 | 17 | 18 | 16 | 16 | 16 | 16 | 19 | 20 | 20 | 17 | 20 | 17 | 17 | 21 | 19 | 17 | 20 | 17 | 18 | 20 | 19 | 10 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 |       |         |
| Перепад Тем  | 18 | 15 | 17 | 15 | 11 | 18 | 19 | 20 | 15 | 15 | 16 | 19 | 14 | 15 | 15 | 13 | 16 | 19 | 16 | 18 | 18 | 17 | 18 | 26 | 17 | 17 | 16 | 15 | 17 | 485   | 18.72   |

**Март**

|             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |       |         |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|---------|
| Март/День   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31  | Сумма | Среднее |
| День        | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 36 | 37 | 38 | 36 | 37 | 38 | 37 | 40 | 39 | 40 | 39 | 38 | 38 | 37 | 36 | 38 | 38 | 37 | 39 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 | 38 |     |       |         |
| Ночь        | 21 | 19 | 20 | 20 | 22 | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 21 | 22 | 22 | 24 | 23 | 23 | 21 | 23 | 23 | 22 | 21 | 21 | 20 | 22 | 27 | 24 | 24 | 24 | 25 |    |     |       |         |
| Перепад Тем | 16 | 18 | 16 | 15 | 13 | 13 | 14 | 15 | 17 | 15 | 17 | 17 | 16 | 18 | 17 | 16 | 15 | 17 | 14 | 13 | 16 | 17 | 16 | 19 | 15 | 10 | 13 | 14 | 13 | 13 | 475 | 15.32 |         |

**Апрель**

|              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|
| Апрель/День  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | Сумма | Среднее |
| День         | 39 | 39 | 39 | 41 | 41 | 38 | 39 | 39 | 39 | 38 | 40 | 39 | 40 | 39 | 40 | 40 | 39 | 39 | 40 | 42 | 41 | 40 | 42 | 40 | 40 | 40 | 38 | 35 | 33 | 37 |       |         |
| Ночь         | 23 | 24 | 29 | 24 | 24 | 26 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 30 | 25 | 27 | 25 | 29 | 25 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 | 25 | 26 | 30 | 26 | 24 | 24 | 25 |       |         |
| Перепада Тем | 16 | 15 | 10 | 17 | 17 | 12 | 15 | 14 | 14 | 13 | 15 | 15 | 10 | 14 | 13 | 15 | 10 | 14 | 16 | 18 | 16 | 14 | 16 | 15 | 14 | 10 | 12 | 11 | 9  | 12 | 412   | 13.73   |

**Май**

|             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|
| Май/День    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | Сумма | Среднее |
| День        | 37 | 37 | 38 | 39 | 40 | 40 | 41 | 40 | 40 | 41 | 41 | 41 | 40 | 40 | 41 | 41 | 39 | 36 | 31 | 31 | 32 | 35 | 36 | 35 | 37 | 37 | 33 | 33 | 32 | 31 |    |       |         |
| Ночь        | 24 | 24 | 26 | 25 | 26 | 27 | 27 | 32 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 20 | 27 | 27 | 27 | 28 | 25 | 25 | 24 | 24 | 26 | 26 | 25 | 27 | 26 | 25 | 24 | 25 | 25 |       |         |
| Перепад Тем | 13 | 13 | 12 | 14 | 14 | 13 | 14 | 8  | 14 | 15 | 15 | 14 | 13 | 20 | 14 | 14 | 12 | 8  | 6  | 6  | 8  | 11 | 10 | 11 | 8  | 10 | 11 | 8  | 9  | 7  | 6  | 351   | 11.32   |

**Июнь**

|             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|
| Июнь/День   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | Сумма | Среднее |
| День        | 33 | 33 | 36 | 35 | 33 | 31 | 32 | 30 | 33 | 32 | 32 | 33 | 34 | 34 | 29 | 31 | 30 | 32 | 31 | 31 | 34 | 34 | 33 | 34 | 33 | 32 | 30 | 28 | 31 | 34 |       |         |
| Ночь        | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 | 26 | 24 | 24 | 24 | 25 | 24 | 26 | 24 | 24 | 24 | 23 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 25 | 24 |       |         |
| Перепад Тем | 9  | 9  | 11 | 11 | 8  | 7  | 8  | 6  | 7  | 8  | 8  | 9  | 9  | 10 | 3  | 7  | 6  | 8  | 8  | 7  | 10 | 11 | 8  | 9  | 8  | 7  | 5  | 4  | 6  | 10 | 237   | 7.9     |

|                     |                      |                           |                     |                         |              |
|---------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|--------------|
| <b>Главное меню</b> | <b>Пегу(Часть-2)</b> | <b>Главное меню(Пегу)</b> | <b>Сумма (Пегу)</b> | <b>Следующий регион</b> | <b>Выход</b> |
|---------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|--------------|

Рисунок 4.7 – Интерфейс окна таблицы суточного перепада температур  
города Пегу в 2020 г., часть 1 (январь-июнь)  
(программный код данного алгоритма приведен в приложении Е)

Затем программа переходит к базе данных перепада температур в городе Пегу. Годовой период разделен на две части в целях удобства рассмотрения. Каждая часть имеет свою таблицу ежедневного перепада температур за весь период. Ниже приведен разработанный интерфейс таблицы суточного перепада температур города Пегу в 2020 г. Мьянмы: январь-июнь (рисунок 4.7) и июль-декабрь (рисунок 4.8).

| Перепад температур города Пегу в течение года(Часть-2)   |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
|--|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| <b>Июль</b>  |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Июль/День  | 1                             | 2                                  | 3                            | 4                                | 5                               | 6                     | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31    | Сумма   | Среднее                      |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| День   | 31                            | 32                                 | 30                           | 29                               | 32                              | 30                    | 31 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34 | 30 | 30 | 32 | 32 | 31 | 32 | 34 | 33 | 32 | 32 | 32 | 32 | 35 | 33 | 33 | 32 | 30 | 33 | 32    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ночь   | 25                            | 24                                 | 25                           | 24                               | 25                              | 24                    | 25 | 24 | 28 | 27 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 26 | 25 | 24 | 25 | 24 | 25 | 25 | 25 | 27 | 23 | 24 | 24    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Перепад Тем  | 6                             | 8                                  | 5                            | 5                                | 7                               | 6                     | 6  | 9  | 5  | 6  | 8  | 10 | 6  | 6  | 8  | 8  | 7  | 8  | 9  | 7  | 7  | 8  | 7  | 8  | 10 | 8  | 8  | 5  | 7  | 9  | 8     | 225     | 7.25                         |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| <b>Август</b>  |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Август/День  | 1                             | 2                                  | 3                            | 4                                | 5                               | 6                     | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31    | Сумма   | Среднее                      |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| День   | 33                            | 32                                 | 33                           | 30                               | 29                              | 34                    | 31 | 33 | 33 | 33 | 31 | 31 | 31 | 28 | 29 | 32 | 33 | 29 | 31 | 30 | 32 | 30 | 30 | 32 | 32 | 33 | 32 | 34 | 32 | 34 |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ночь   | 24                            | 25                                 | 25                           | 25                               | 24                              | 24                    | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 25 | 24 | 23 | 24 | 23 | 23 | 24 | 23 | 23 | 24 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Перепад Тем  | 11                            | 7                                  | 8                            | 5                                | 5                               | 10                    | 8  | 10 | 9  | 8  | 6  | 6  | 7  | 5  | 5  | 9  | 10 | 5  | 8  | 7  | 8  | 7  | 7  | 10 | 9  | 9  | 8  | 7  | 10 | 7  | 10    | 241     | 7.77                         |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| <b>Сентябрь</b>  |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Сентябрь/День  | 1                             | 2                                  | 3                            | 4                                | 5                               | 6                     | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | Сумма | Среднее |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| День   | 33                            | 32                                 | 33                           | 34                               | 32                              | 35                    | 32 | 31 | 33 | 34 | 31 | 32 | 32 | 34 | 34 | 33 | 33 | 34 | 31 | 27 | 28 | 32 | 32 | 30 | 33 | 34 | 34 | 34 | 31 | 29 |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ночь   | 24                            | 23                                 | 23                           | 23                               | 24                              | 25                    | 24 | 25 | 24 | 23 | 23 | 24 | 27 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 | 25 | 24 | 23 | 24 | 25 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Перепад Тем  | 9                             | 9                                  | 9                            | 10                               | 7                               | 9                     | 7  | 7  | 10 | 11 | 7  | 5  | 8  | 9  | 10 | 9  | 9  | 9  | 7  | 4  | 4  | 7  | 9  | 7  | 10 | 9  | 10 | 10 | 7  | 5  | 243   | 8.1     |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| <b>Октябрь</b>   |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Октябрь/День   | 1                             | 2                                  | 3                            | 4                                | 5                               | 6                     | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31    | Сумма   | Среднее                      |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| День   | 29                            | 30                                 | 31                           | 29                               | 33                              | 31                    | 32 | 31 | 32 | 33 | 34 | 33 | 32 | 32 | 33 | 32 | 32 | 34 | 30 | 28 | 32 | 33 | 34 | 32 | 34 | 32 | 32 | 32 | 34 | 31 | 37    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ночь   | 24                            | 23                                 | 23                           | 23                               | 23                              | 24                    | 23 | 24 | 23 | 24 | 23 | 24 | 24 | 26 | 23 | 23 | 23 | 22 | 23 | 22 | 22 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Перепад Тем  | 6                             | 7                                  | 8                            | 6                                | 10                              | 7                     | 9  | 7  | 9  | 9  | 11 | 9  | 8  | 6  | 10 | 9  | 12 | 7  | 6  | 10 | 10 | 11 | 8  | 10 | 8  | 8  | 7  | 10 | 7  | 3  | 257   | 8.29    |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| <b>Ноябрь</b>  |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ноябрь/День  | 1                             | 2                                  | 3                            | 4                                | 5                               | 6                     | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | Сумма | Среднее |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| День   | 34                            | 34                                 | 33                           | 32                               | 33                              | 34                    | 33 | 34 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 35 | 35 | 35 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 | 34 | 35 | 34 | 35 | 33 | 34 | 34 |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ночь   | 24                            | 25                                 | 25                           | 26                               | 24                              | 24                    | 24 | 24 | 24 | 23 | 22 | 22 | 24 | 24 | 23 | 23 | 23 | 24 | 20 | 21 | 19 | 19 | 21 | 22 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Перепад Тем  | 10                            | 9                                  | 8                            | 6                                | 9                               | 10                    | 9  | 10 | 9  | 10 | 11 | 12 | 10 | 11 | 12 | 12 | 12 | 10 | 14 | 13 | 15 | 16 | 13 | 13 | 12 | 12 | 13 | 11 | 13 | 13 | 338   | 11.26   |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| <b>Декабрь</b>   |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Декабрь/День   | 1                             | 2                                  | 3                            | 4                                | 5                               | 6                     | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31    | Сумма   | Среднее                      |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| День   | 35                            | 35                                 | 34                           | 34                               | 33                              | 33                    | 34 | 32 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34 | 36 | 34 | 34 | 33 | 34 | 32 | 32 | 32 | 33 | 35 | 34 | 35 | 35 | 35 | 34 | 34    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Ночь   | 24                            | 23                                 | 23                           | 25                               | 22                              | 20                    | 21 | 20 | 19 | 18 | 19 | 18 | 18 | 19 | 18 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 19 | 17 | 17 | 16 | 17 | 20 | 21 | 20 | 20 | 17 | 19    |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| Перепад Тем  | 11                            | 12                                 | 11                           | 9                                | 10                              | 13                    | 13 | 12 | 12 | 15 | 14 | 15 | 15 | 14 | 16 | 15 | 13 | 13 | 11 | 8  | 13 | 15 | 15 | 17 | 18 | 14 | 14 | 15 | 17 | 15 | 420   | 13.55   |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><a href="#">Главное меню</a></td> <td><a href="#">Пегу(Часть-2)</a></td> <td><a href="#">Главное меню(Пегу)</a></td> <td><a href="#">Сумма (Пегу)</a></td> <td><a href="#">Следующий регион</a></td> <td><a href="#">Поиск по городу</a></td> <td><a href="#">Выход</a></td> </tr> </table> |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         | <a href="#">Главное меню</a> | <a href="#">Пегу(Часть-2)</a> | <a href="#">Главное меню(Пегу)</a> | <a href="#">Сумма (Пегу)</a> | <a href="#">Следующий регион</a> | <a href="#">Поиск по городу</a> | <a href="#">Выход</a> |
| <a href="#">Главное меню</a>   | <a href="#">Пегу(Часть-2)</a> | <a href="#">Главное меню(Пегу)</a> | <a href="#">Сумма (Пегу)</a> | <a href="#">Следующий регион</a> | <a href="#">Поиск по городу</a> | <a href="#">Выход</a> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |         |                              |                               |                                    |                              |                                  |                                 |                       |

Рисунок 4.8 – Окно таблицы суточного перепада температур города Пегу в 2020 г., часть 2 (июль-декабрь)

(программный код данного алгоритма приведен в приложении Ж)

Далее программа переходит к поиску значений годового перепада температур заданного места установки ИВЭ, например города Пегу, Мьянма (рисунок 4.9).





Рисунок 4.10 – Информация о средних значениях перепада температур города Пегу по месяцам выбранного периода (программный код данного алгоритма приведен в приложении К)

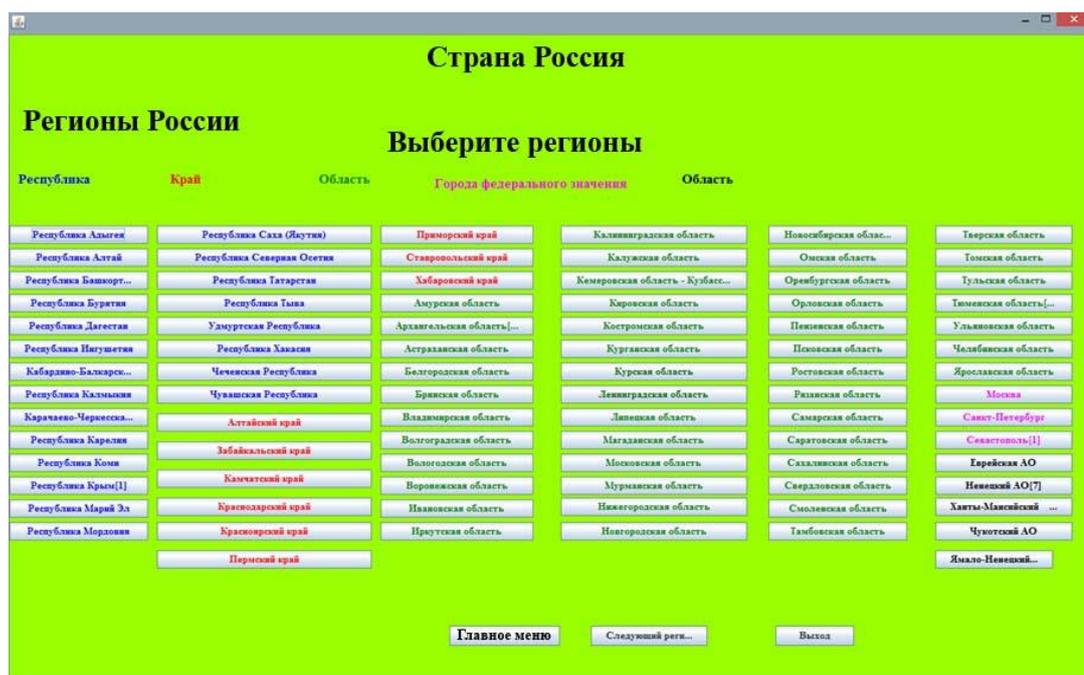


Рисунок 4.11 – Интерфейс выбора региона России (программный код данного алгоритма приведен в приложении Л)

Далее, если выбран Хабаровский край, то выбирается город этого региона (см. рисунок 4.12).



Рисунок 4.12 – Интерфейс выбора городов Хабаровского края  
(программный код данного алгоритма приведен в приложении М)

После того как все необходимые выборки проделаны, все полученные данные по уровню перепада температур автоматически вводятся в систему управления комплексом.

#### 4.2 Моделирование гибридного электротехнического комплекса малой мощности

Основной целью моделирования гибридного комплекса является проверка его работоспособности и оценка эффективности функционирования при возникновении различных природно-климатических аномалий, к которым в рассматриваемом случае будем относить значительные по времени промежутки безветрия и отсутствия солнечной инсоляции. При разработке модели будем опираться на функциональную схему гибридного комплекса, приведенную в главе 3. То есть составляющими гибридного комплекса будут являться: солнечная фотоэлектрическая установка, ветроустановка малой мощности, источник энергии на базе преобразователя перепада температур и накопителя энергии (аккумуляторных батарей), которые соединены через шину постоянного тока для обеспечения согласования

режимов работы. Кроме того, для оценки эффективности электроснабжения шина постоянного тока подключена к полезной и балластной нагрузкам. Основной задачей комплекса является обеспечение потребителя бесперебойной подачей электроэнергии, а с точки зрения эффективности – использование по максимуму потенциала каждого из альтернативных источников. Это условие накладывает определенные требования к системе управления источниками. В случае недостатка вырабатываемой энергии от одного источника (например, отсутствие инсоляции солнечного излучения) в «подпитку» должен вступить другой, а при кратковременной нехватке электроэнергии необходимо включить в работу аккумуляторный накопитель энергии, при этом часть аккумуляторных батарей должна быть включена на заряд, а вторая часть на разряд. При обратной ситуации, когда нагрузка потребителя не высока, а аккумуляторный накопитель почти полностью разряжен и суммарная энергия от возобновляемых источников превышает потребляемую энергию нагрузки, в работу необходимо включить балластную нагрузку.

Моделирование гибридного комплекса электроснабжения малой мощности выполним в среде MATLAB. При моделировании примем следующие допущения и ограничения:

- мощности всех альтернативных ВИЭ считаем одинаковыми;
- все источники представляют собой управляемые источники тока;
- напряжение шины постоянного тока равно 12 В;
- ограничение по выходному току каждого из источников отсутствует.

Функциональная схема разработанной модели гибридного комплекса показана на рисунке 4.13. Она представлена в виде блок-схем каждого из источников и блока аккумуляторных батарей, расположенных слева от шины постоянного тока (mode 10 b mode 20), и моделей полезной и балластной нагрузок, располагаемых справа от шины.

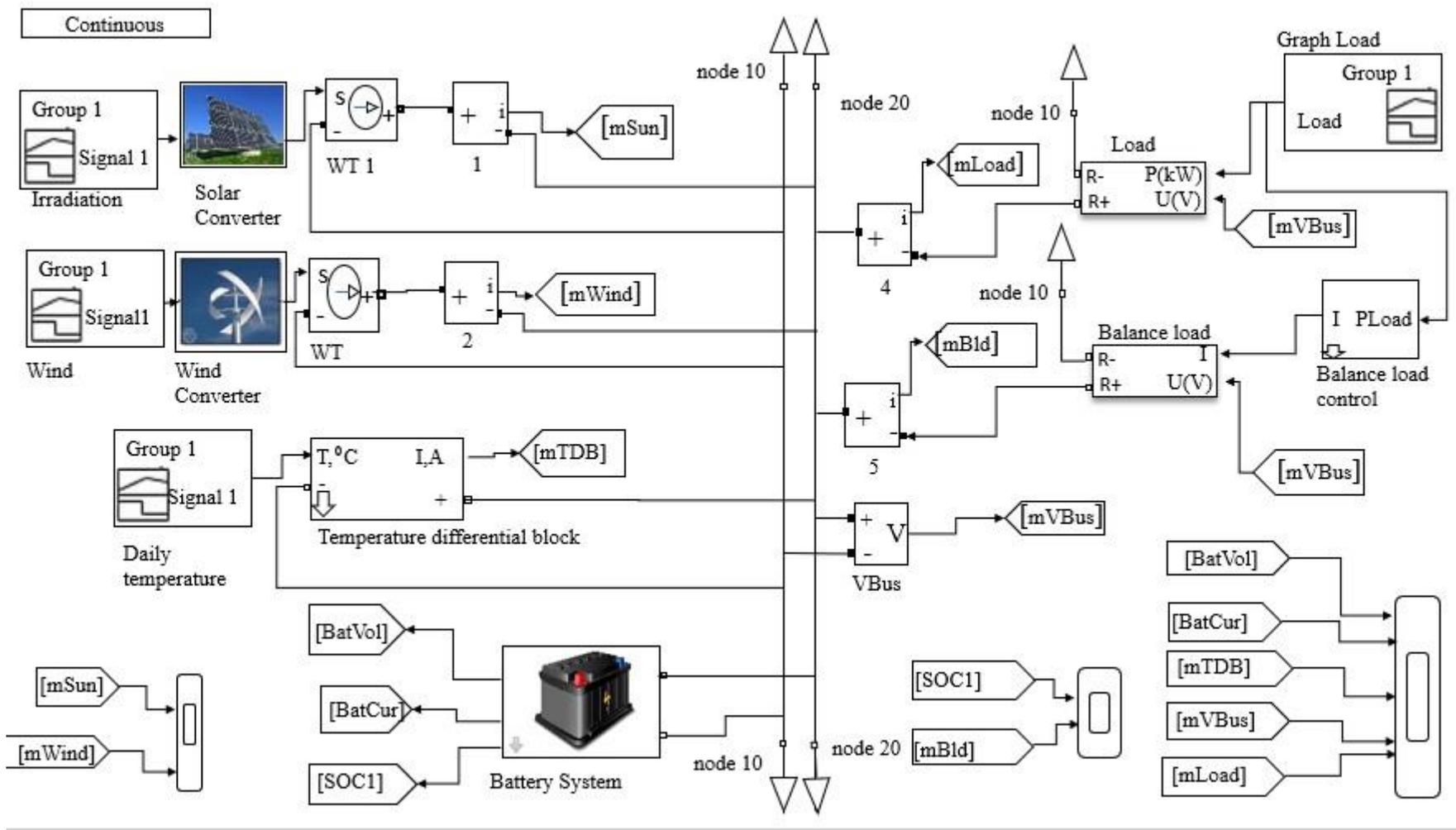


Рисунок 4.13 – Функциональная схема модели гибридного комплекса

Приведем более подробное описание разработанной схемы модели. Выходным параметром солнечной панели является ток, величина которого зависит как от потока солнечной радиации на поверхности панели, размера панели, так и от напряжения шины постоянного тока, т.е. данную зависимость можно представить в виде

$$I_{\text{СП}} = f(G_i, S, U_{\text{аб}}),$$

где  $I_{\text{СП}}$  – ток, вырабатываемый солнечными панелями;

$G_i$  – текущий поток солнечной радиации, приходящийся на единицу поверхности панели;

$U_{\text{аб}} = 12$  В – напряжение на шинах постоянного тока.

Мощность, вырабатываемую солнечными панелями, можно определить, опираясь на выражение

$$P_{\text{СП}} = \eta \cdot S \cdot G_i,$$

где  $\eta$  – КПД солнечных панелей (при моделировании КПД принималось на уровне 25 %).

Тогда ток, вырабатываемый солнечными панелями, определится как  $P_{\text{СП}}/U_{\text{аб}}$ . Реализация данной зависимости в MATLAB/Simulink приведена на рисунке 4.14, а; на рисунке 4.14, б приведены кривые изменения тока панели в зависимости от графика нагрузки (рисунок 4.14, в).

Функциональная связь выходного тока ветрогенерирующей установки с ее базовыми параметрами описывается следующим выражением [21]

$$I_{\text{ВГ}} = f(V_{\text{в}}, P_{\text{НОМ}}, U_{\text{аб}}),$$

где  $V_{\text{в}}$  – текущее значение скорости ветра;

$P_{\text{НОМ}}$  – номинальная мощность ветрогенератора.

a)

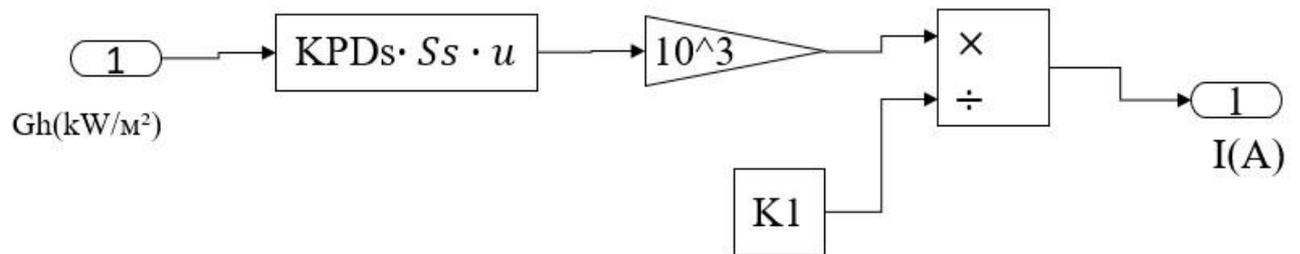
Parameters

КПД панели, о.е.

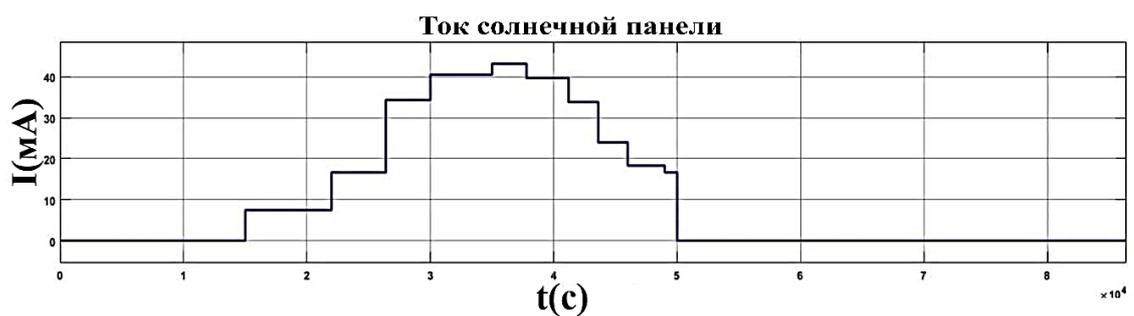
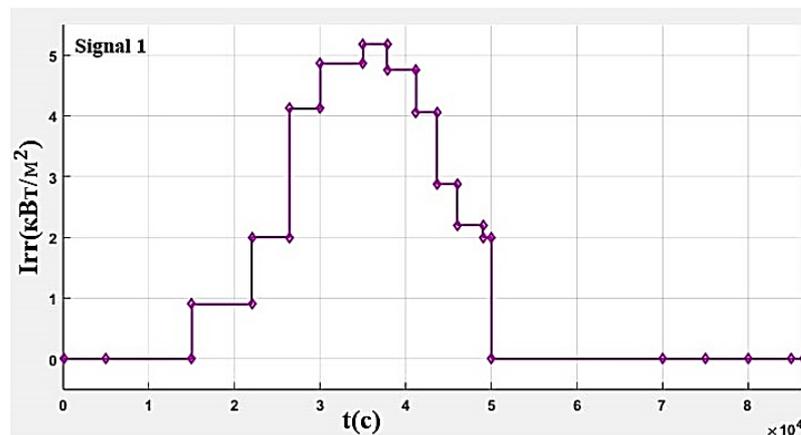
Суммарная площадь солнечных панелей, м<sup>2</sup>

Номинальное выходное напряжение панелей, В

б)



в)



КПДs – КПД солнечной панели, о.е.; Ss – суммарная площадь солнечных панелей, м<sup>2</sup>; u – напряжение на шинах постоянного тока, В; K1 – номинальное выходное напряжение панелей, В; I – выходной ток солнечной панели, А

Рисунок 4.14 – Схема модели и графики кривых входных и выходных параметров солнечной панели

Согласно приведенному выражению, ток нагрузки ветрогенератора зависит от скорости ветра и номинальной мощности установки. Зависимость генерируемой мощности от ветрового воздействия можно описать системой уравнений

$$\begin{cases} P_{\Gamma} = 0 & \text{если} & V_{\text{B}} < V_{\text{min}} \\ P_{\Gamma} = aV_{\text{B}}^3 - bP_{\text{НОМ}} & & V_{\text{min}} \leq V_{\text{B}} < V_{\text{НОМ}} \\ P_{\text{B}} = P_{\text{НОМ}} & & V_{\text{B}} \geq V_{\text{НОМ}} \\ P_{\text{B}} = 0 & & V_{\text{B}} \geq V_{\text{max}} \end{cases}.$$

В данном выражении через  $a$  и  $b$  обозначены расчетные поправочные коэффициенты, которые определяются в соответствии с

$$a = \frac{P_{\text{НОМ}}}{V_{\text{НОМ}}^3 - V_{\text{min}}^3}, \quad b = \frac{V_{\text{min}}^3}{V_{\text{НОМ}}^3 - V_{\text{min}}^3},$$

где  $V_{\text{НОМ}}$ ,  $V_{\text{min}}$ ,  $V_{\text{max}}$  – соответственно значения номинальной, минимальной и максимальной скорости ветра.

На рисунке 4.15 приведены схема модели ветрогенераторной установки и кривая изменения выходного тока при произвольном характере ветрового воздействия.

При моделировании источника энергии на базе преобразователя перепада температур за основу принята зависимость выходного тока источника от базовых параметров преобразователя

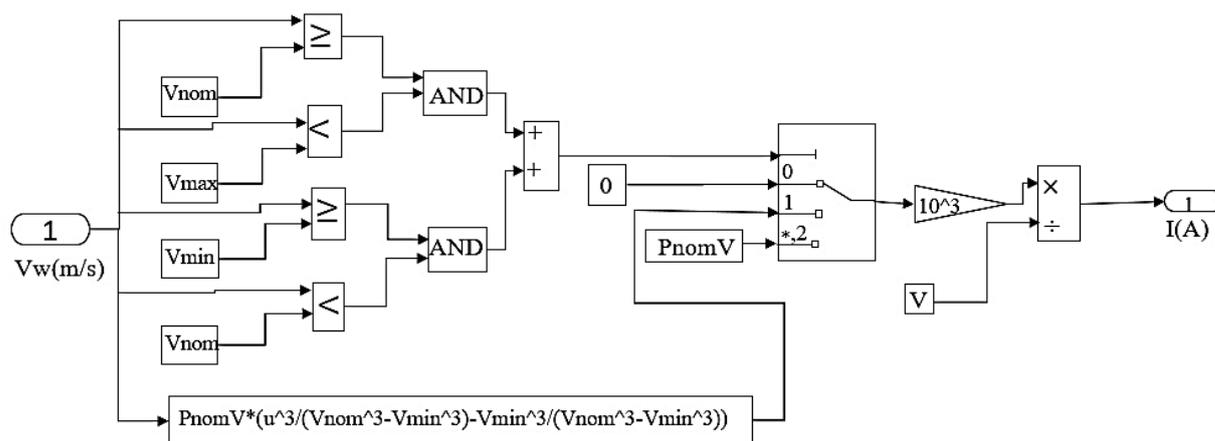
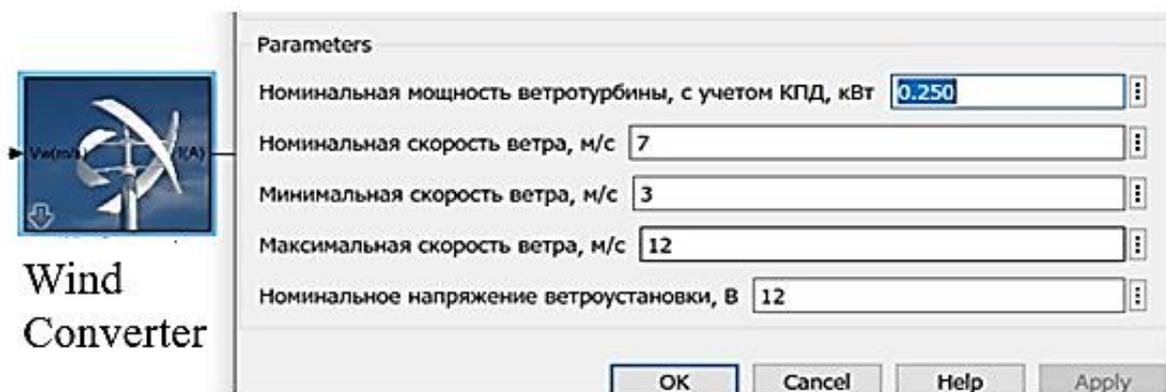
$$I_{\text{пт}} = f(U_1, \varepsilon, U_{\text{аб}}).$$

Здесь через  $U_1$  обозначено напряжение возбуждения преобразователя,  $\varepsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость конденсаторов преобразователя. Выходной ток источника пропорционален его мощности

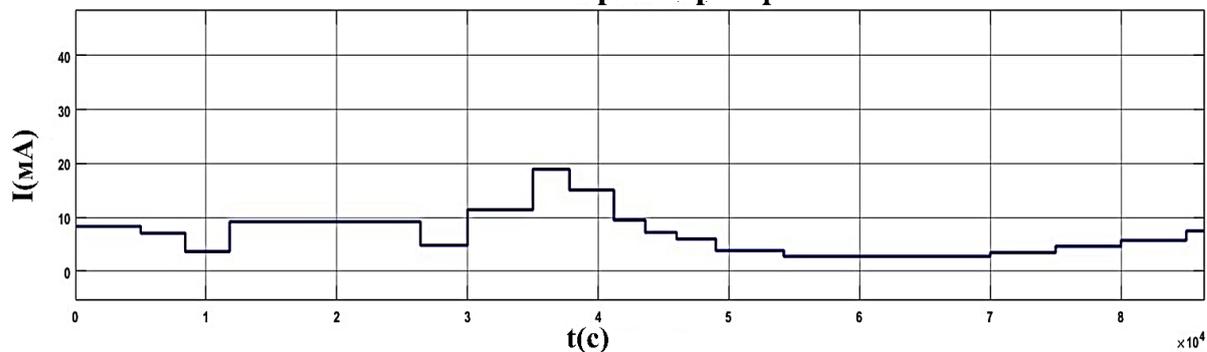
$$I_{\text{пт}} = P_{\text{пт}}/U_{\text{аб}},$$

а вырабатываемая источником мощность связана с параметрами преобразователя выражением

$$P_{\text{пт}} = U_1^2(\varepsilon + 1)/t.$$



Ток ветрогенератора



$P_{nomV}$  – номинальная мощность ветротурбины с учетом КПД, кВт;

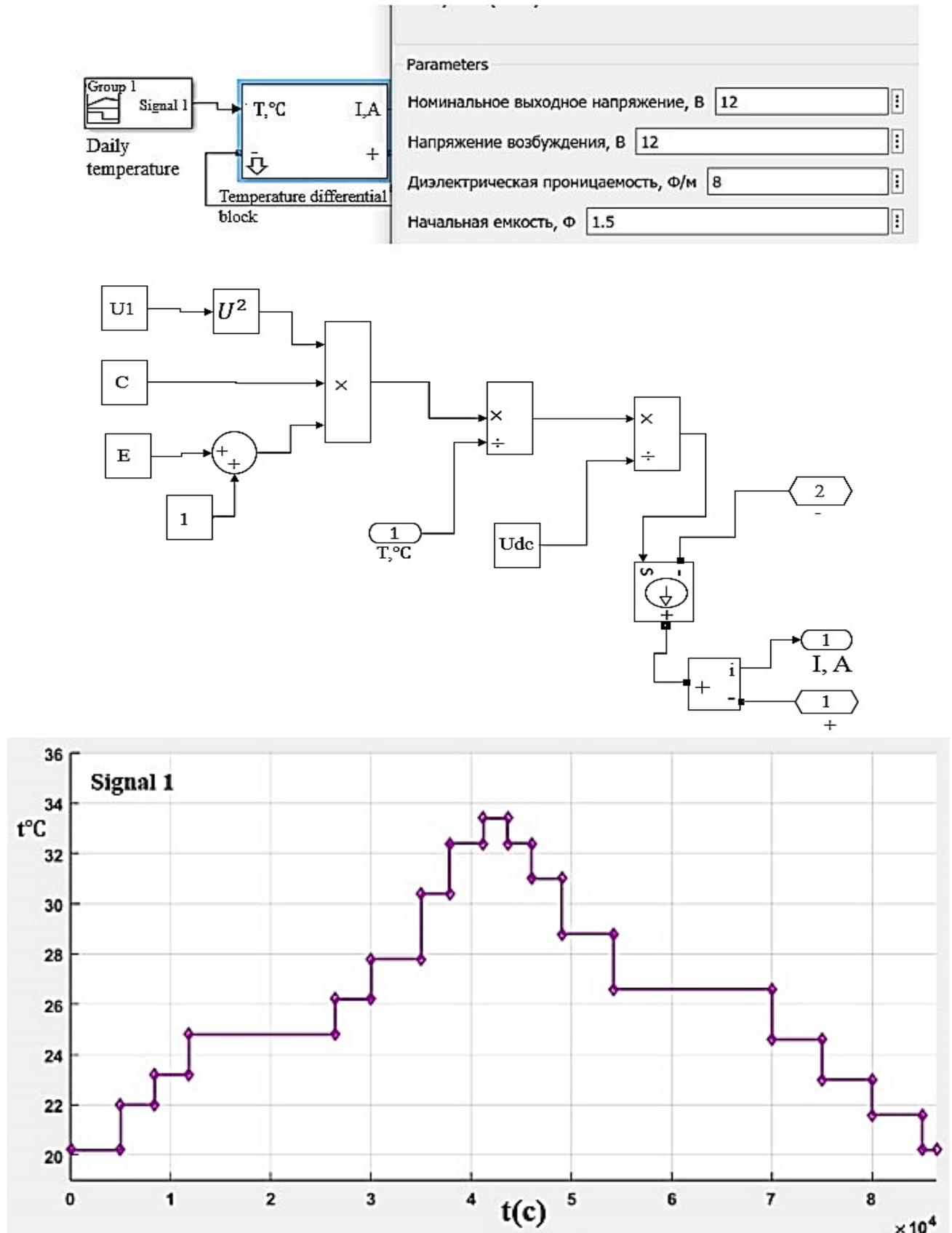
$V_{nom}$  – номинальная скорость ветра, м/с;

$V_{min}$  – минимальная скорость ветра, м/с;  $V_{max}$  – максимальная скорость ветра, м/с;  $V$  – номинальное напряжение ветроустановки, В;  $V_w$  – скорость ветра, м/с

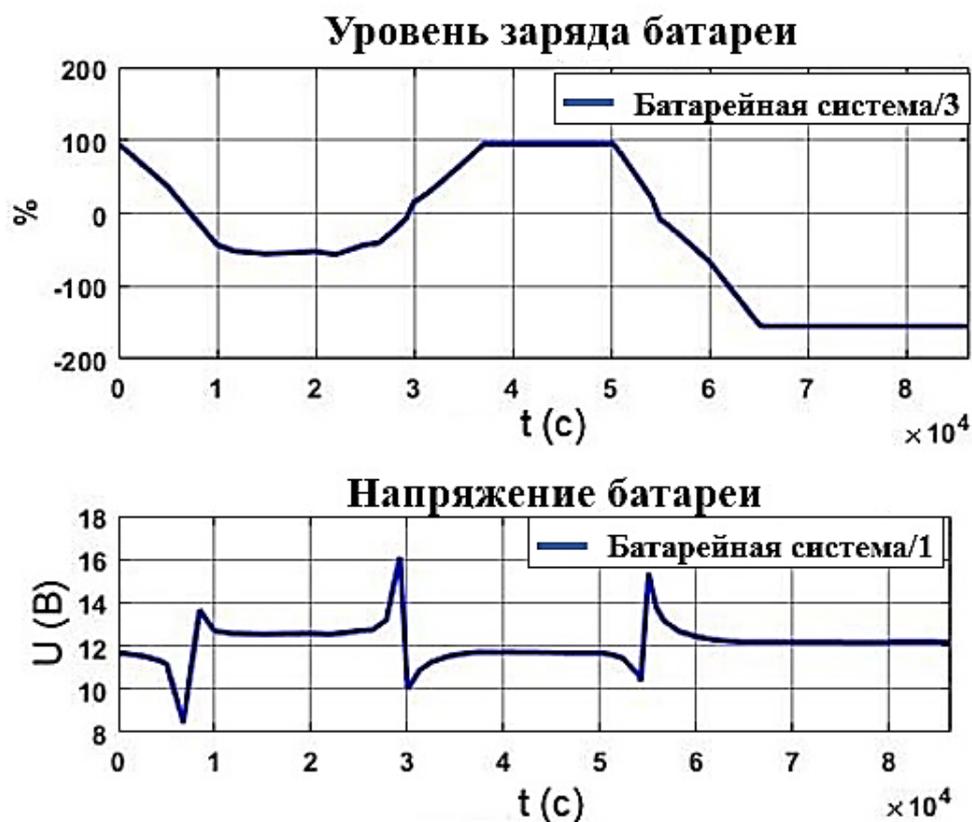
Рисунок 4.15 – Схема модели ветрогенераторной установки

и кривая изменения выходного тока

На рисунке 4.16 приведена схема модели источника энергии на базе преобразователя перепада температур в среде MATLAB/Simulink, а ниже показаны кривые изменения тока источника при изменениях температуры.







$Q_{nom}$  – номинальная емкость, А·ч;  $Q_{res}$  – остаточная емкость хранилища, %;  
 $K$  – напряжение поляризации, В;  $E_0$  – постоянное напряжение, В;  
 CVS – управляемый источника напряжения;  $m_i$  – измерение тока;  $m_v$  – измерение  
 напряжения; Saturation – ограничение входного сигнала верхним и нижним  
 значениями; Integrator – непрерывное интегрирование входного сигнала;  
 SOC – уровень заряда батареи, %; Cur – выходной ток, А; Vol – выходное  
 напряжение, В; Bat+ – плюсовая клемма батареи; Bat- – минусовая клемма  
 батареи

Рисунок 4.17 – Схема имитационной модели блока аккумуляторных батарей с подсистемой управления, кривые, отражающие изменение напряжения на клеммах батареи при колебаниях нагрузки

Неотъемлемым звеном гибридного комплекса электроснабжения является блок аккумуляторных батарей с собственной подсистемой управления. В задачу подсистемы управления входит поддержание на шине постоянного тока стабильного напряжения и контроль за разрядом батарей, так как чрезмерный разряд может привести к существенной просадке напряжения на шине. Для этого в системе предусматривается переключение на балластную нагрузку. На рисунке 4.17

приведена имитационная модель блока аккумуляторных батарей с подсистемой управления, а ниже – кривые, отражающие изменение напряжения на клеммах батареи при колебаниях нагрузки.

Блоки основной (Load) и балластной (Balance load) нагрузок представляют собой регулируемое (управляемое) переменное сопротивление и предназначены для оценки энергетической эффективности гибридного энергетического комплекса в целом и его основных составляющих, а также для компенсации избытка выработанной энергии всеми источниками комплекса.

На рисунке 4.18 приведены результаты моделирования гибридного комплекса для случая произвольных значений солнечной инсоляции, скорости ветра и суточного перепада температуры, а на рисунке 4.19 приведены осциллограммы составляющих токов нагрузки от солнечной панели и ветрогенератора. Анализ приведенных кривых показывает, что основная доля тока нагрузки приходится на два источника – солнечную панель и ветрогенерирующую установку. При этом напряжение на шинах постоянного тока незначительно превышает номинальное значение – 12 В, глубокого разряда аккумуляторной батареи не наблюдается.

Снижение солнечной инсоляции примерно в два раза приводит к некоторому перераспределению в долях тока нагрузки, приходящейся на конкретный источник (рисунок 4.20 – 4.21). При этом напряжение на шинах постоянного тока практически на всем временном интервале поддерживается на уровне номинального значения, т.е. уменьшение составляющей тока нагрузки от солнечной панели компенсируется составляющей тока от источника перепада температур и от аккумуляторной батареи (на значительном временном интервале уровень разряда батареи находится на предельном значении).

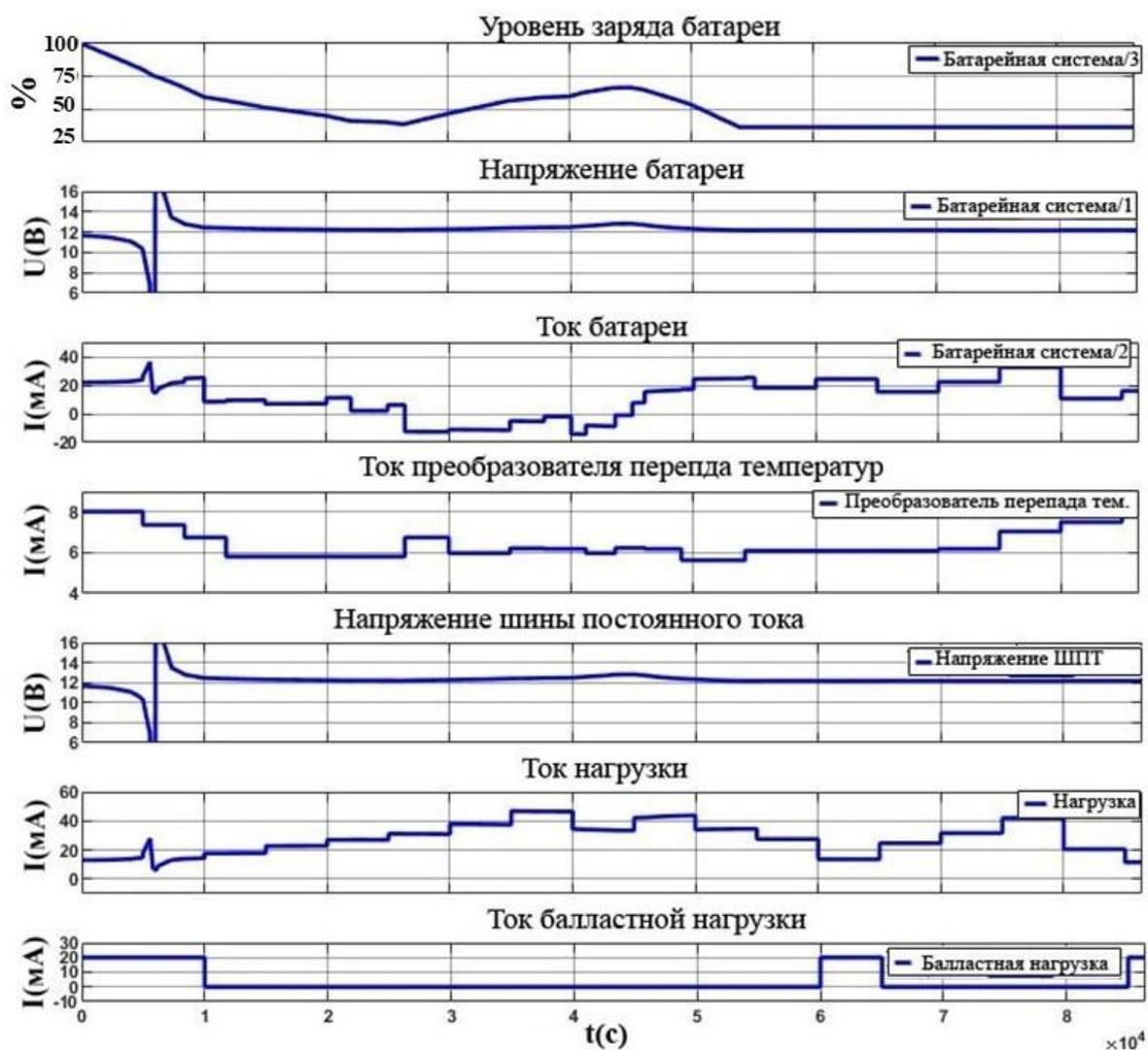


Рисунок 4.18 – Результаты моделирования гибридного комплекса при произвольных значениях суточного перепада температур

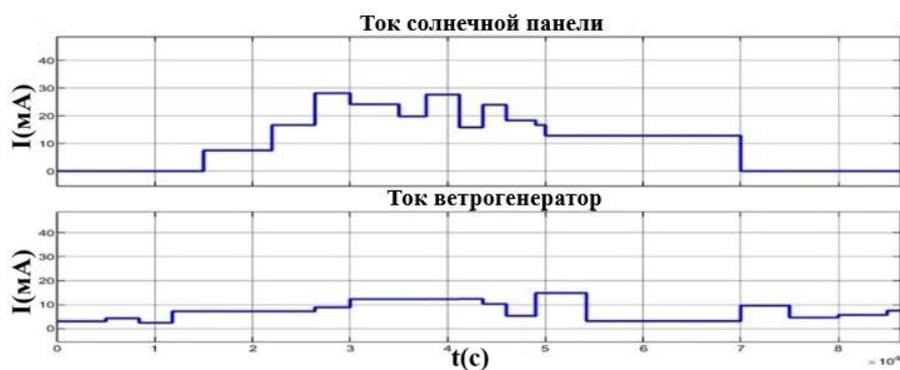


Рисунок 4.19 – Осциллограммы составляющих токов нагрузки от солнечной панели и ветрогенератора при произвольных значениях солнечной инсоляции, скорости ветра

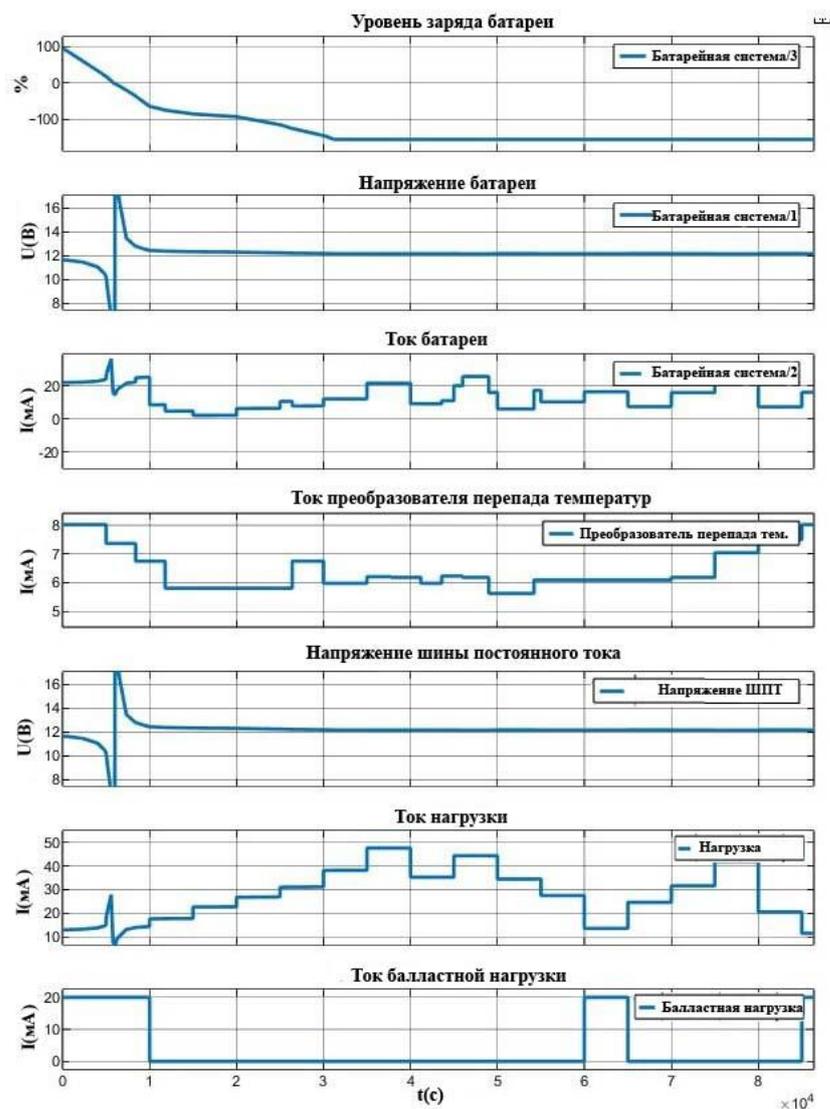


Рисунок 4.20 – Результаты моделирования гибридного комплекса при снижении инсоляции

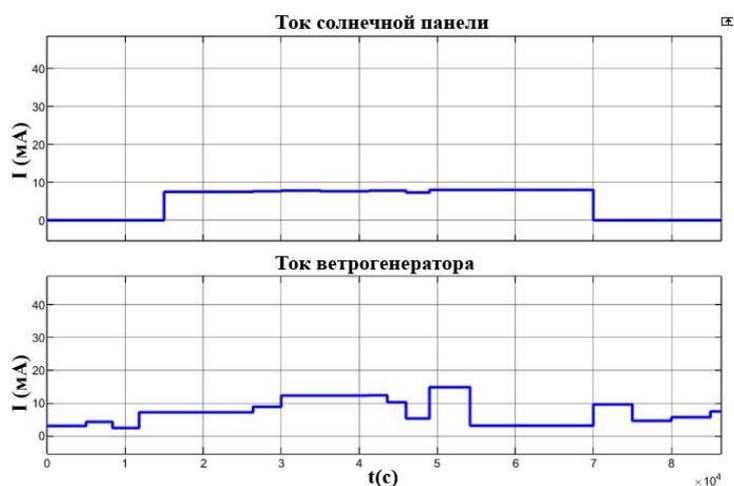


Рисунок 4.21 – Осциллограммы составляющих токов нагрузки от солнечной панели и ветрогенератора при снижении солнечной инсоляции

На рисунке 4.21 рассмотрен практически предельный случай, когда уровень вырабатываемой мощности солнечной панели упал до значения 5 % от номинального значения и одновременно понизилась вырабатываемая мощность ветрогенерирующей установки до значения в 8-10 %. Анализируя результаты моделирования для этого случая, можно утверждать, что гибридный источник по-прежнему гарантированно обеспечивает стабильное напряжение на шинах постоянного тока на уровне номинального значения. Основную долю в электроснабжении нагрузки берет на себя мало зависимый от внешних факторов источник перепада температур. Правда, следует отметить, что в данном режиме аккумуляторные батареи будут находиться в практически разряженном состоянии.

#### **Выводы по четвертой главе:**

1 Разработаны алгоритм и программа определения среднесуточного перепада температуры, посезонной, месячной и годовой температуры в соответствии с местом установки гибридного электротехнического комплекса по отдельным регионам Российской Федерации и республике Мьянма.

2 Создан дружественный интерфейс окон ввода-вывода этой программы для автоматизированного выбора места установки источника возобновляемой энергии в регионах планеты.

3 Разработана модель гибридного электротехнического комплекса на основе ВИЭ с преобразователем перепада температур в среде MATLAB, позволяющая проводить исследования комплекса в различных режимах работы при вариации климатических условий.

4 Приведены результаты исследования работы гибридного электротехнического комплекса, подтверждающие устойчивость его функционирования при изменениях климатических параметров.

## Заключение

Проведенное диссертационное исследование является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные принципы выработки электроэнергии за счет суточного перепада температур, имеющие значение для развития гибридных комплексов электроснабжения на основе ВИЭ. Основной целью работы является повышение эффективности функционирования и устойчивости работы гибридного комплекса для автономных потребителей малой мощности.

Отметим следующие наиболее важные результаты, полученные в ходе работы над диссертацией:

1 Предложена идея создания электромеханического преобразователя энергии на базе конденсатора с подвижной обкладкой, обеспечивающая выработку электроэнергии за счёт суточного перепада температур, и доказана её работоспособность.

2 Проведено теоретическое обоснование предложенного принципа преобразования энергии на основе конденсатора с подвижной обкладкой, демонстрирующее его работоспособность.

3 Представлено математическое описание гибридного электротехнического комплекса для потребителей малой мощности на основе ВИЭ, отличающееся тем, что оно включает в себя дополнительный канал выработки электроэнергии преобразователем перепада температур. Показано, что такое решение дает возможность ослабить влияние негативных климатических факторов на устойчивость и надежность электропотребления.

4 Разработаны алгоритмы управления преобразователем энергии перепада температур окружающей среды при сезонных перепадах температур в течение года с привязкой к месту установки.

5 Синтезированы алгоритмы управления комплексом при годовых, месячных и суточных изменениях перепада температур, позволяющие автоматизировать настройки программы управления комплексом по сезонам года.

6 Создано программное обеспечение определения среднесуточного перепада температуры, сезонной, месячной и годовой температуры в соответствии с местом установки гибридного электротехнического комплекса по отдельным регионам Российской Федерации и республике Мьянма, позволяющее автоматизировать процесс настройки системы управления гибридным электротехническим комплексом.

7 Разработана имитационная модель гибридного электротехнического комплекса для потребителей малой мощности на основе ВИЭ с преобразователем перепада температур в среде MATLAB, позволяющая проводить исследования комплекса в различных режимах работы при вариации климатических условий. Результаты моделирования гибридного электротехнического комплекса подтвердили устойчивость его функционирования при изменениях климатических параметров.

8 Результаты диссертации использованы в программно-аппаратных разработках по автономным источникам питания систем информационной безопасности удаленного мониторинга ООО «Дальневосточные системы безопасности».

Дальнейшие исследования могут развиваться в следующих направлениях:

- совершенствование принципов построения и алгоритмов управления преобразователем энергии на основе суточного перепада температур;
- построение на физическом уровне преобразователя перепада температур с использованием новейших достижений в области диэлектриков и полупроводников.

### **Основные условные обозначения**

ВЭУ – ветрогенератор

ТР – трансформатор

АКБ – аккумуляторные батареи

ИНВ – инверторы

СП – солнечные панели

НГ – нагрузка

- ППТ – преобразователь перепада температур
- СКУ – система управления нагрузкой
- K1 – K5 – контакты системы СКУ
- ККУ – контактно контрольные устройства
- УП – система управления энергии источников
- СКЗ – система контроля зарядки
- ДЗ – датчики контроля зарядки аккумуляторных батарей
- VG – ветрогенератор
- SP – солнечные панели
- SPT – система перепада температур
- ДЗ – датчик зарядки
- ДН – датчик нагрузки
- INV – инверторы
- Квэу – контакты ветрогенератора
- Ксп – контакты солнечных панелей
- Кппт – контакты преобразователя перепада температур
- Управление контактами – система группового управления контактами
- Управление нагрузкой – система управления нагрузкой
- Управление зарядом – системы контроля заряда батарей
- ОДП – относительная диэлектрическая проницаемость
- ИСЭ поставляют электроэнергию одному потребителю (как правило, с одним источником энергии)
- КСЭ поставляют электроэнергию нескольким потребителям с помощью одного или нескольких источников энергии
- Рном – номинальная мощность
- W – средний дневной расход энергии
- Нопт.ср – средняя дневная радиация для панели, расположенной под оптимальным углом
- кСБ и кА – поправочные коэффициенты

## Список использованных источников и литературы

- 1 Энергетика XXI века: Условия развития, технологии, прогнозы / Л. С. Беляев, А. В. Лагерев, В. В. Посекалин [и др.] ; ответственный редактор Н. И. Воропай. – Новосибирск : Наука, 2004. – 386 с.
- 2 Ветрогенераторы и системы автономного питания [Электронный ресурс]. URL: <http://www.electrowind.ru/vetryanye-sistemy/polkilo>.
- 3 Ветреная ветряная энергетика [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/22733>.
- 4 **Лукутин, Б. В.** Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников. – Томск : ТПУ, 2015. – С. 5–46.
- 5 Альтернативные источники электроэнергии [Электронный ресурс]. URL: <http://energystock.ru/vetrogenerator/vetryanye-elektrogenerator/vetryaki-dlya-doma-купit>.
- 6 **Германович, В.** Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии солнца, ветра, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. – Москва : Наука и техника, 2014. – 320 с.
- 7 **Алхасов, А.** Возобновляемая энергетика / А. Алхасов. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 256 с.
- 8 **Сибикин, Ю. Д.** Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва : КноРус, 2014. – 240 с.
- 9 **Удалов, С. Н.** Возобновляемые источники энергии / С. Н. Удалов. – Новосибирск : НГТУ, 2014. – 459 с.
- 10 **Рустамов, Н. Т.** Создание гибридного источника энергии / Н. Т. Рустамов, Б. Р. Конусов, Е. Н. Рустамов // Вестник МКТУ имени А. Ясауи. – 2013. – № 1(81). – С. 69–72.
- 11 Перспективы использования гибридных энергетических установок на территории России [Электронный ресурс]. URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/57788/1/eir\\_2017\\_020.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/57788/1/eir_2017_020.pdf) (дата обращения: 12.03.2020 г.).

12 **Даменов, Е. А.** Создание гибридных энергетических систем / Е. А. Даменов, Н. Т. Рустамов [Электронный ресурс]. Текст: непосредственный Техника. Технологии. Инженерия. – 2018. – № 2(8). – С. 33–35. – URL: <https://moluch.ru/th/8/archive/85/3222/> (дата обращения: 01.12.2022).

13 Мультиагентный метод управления энергопотоками в гибридной энергосистеме с возобновляемыми источниками энергии / Май Нгок Тханг, В. А. Камаев, М. В. Щербаков, Чинь Тхэ Хунг // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 2. – С. 30–41.

14 Пилотные проекты модернизации электроснабжения изолированных населенных пунктов на базе автономных гибридных энергетических установок [Электронный ресурс]. URL: <https://reencon.hse.ru/data/2018/03/23/1164014473/2.pdf>.

15 **Пономарев-Степной, Н. Н.** Атомно-водородная энергетика / Н. Н. Пономарев-Степной // Росэнергоатом. – 2004. – № 4. – С. 411–425

16 **Богатырева, В. В.** Альтернативные топливно-электротехнические ресурсы: экономико-управленческие аспекты использования в условиях инновационного развития общества / В. В. Богатырева. – Новополюцк : ПГУ, 2017. – 323 с.

17 **Карамов, Д. Н.** Актуальность применения возобновляемых источников энергии в децентрализованных населенных пунктах России на примере Ленского района Республики Саха (Якутия) / Д. Н. Карамов // Вестник ИрГТУ. – 2013. – № 11(82). – С. 279–283.

18 **Ranjeva, M.** Design Optimization of a Hybrid, Small, Decentralized Power Plant for Remote / Minna Ranjeva, Anil K. Kulkarni // Rural Areas. Energy Procedia. – 2012. – V. 20. – Pp. 258–270.

19 Experimental analysis of a solar PV/diesel hybrid system without storage: Focus on its dynamic behavior / D. Yamegueu, Y. Azo u-mah, X. Py, H. Kottin // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2013. – V. 44. – Pp. 267–274.

20 **Ivanova, I. Iu.** Razvitie maloi energetiki na severo-vostoke Rossii: problem, priority [Development of small energy in the nord-east of Russia: problems, efficiency, priorities] / I. Iu. Ivanova, T. F. Nuguzova, S. P. Popov // Razvitie Malaia energetika –

2006. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Moscow, 21-24 November 2006. – Moscow : Malaia energetika, 2006. – Pp. 1–6.

21 **Лосев, О. Г.** Структурный синтез распределенных энергетических систем / О. Г. Лосев, Д. А. Мельник, А. С. Григорьев // Новое в российской электроэнергетике. – 2024. – № 8. – С. 52–59.

22 Прогнозирование и анализ электропотребления и потерь электроэнергии на промышленных объектах / Э. Ю. Абдуллазянов, Е. И. Грачева, А. Альзаккар, М. Ф. Низамиев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 6. – С. 3–12.

23 Hybrid Stand-alone Power Supply Systems for the Arctic Polar Stations / A. V. Frolov, A. S. Grigoriev, O. G. Losev [et al.] // Russian Meteorology and Hydrology. – 2019. – Vol. 44. – No. 4. – Pp. 305–310. – DOI 10.3103/S1068373919040113.

24 **Каргиев, М. В.** Распределенная генерация энергии с использованием возобновляемых источников энергии / М. В. Каргиев // Energy Fresh. – 2010. – № 1. – С. 42–45.

25 Автоматическая метеостанция «Сокол М-1» [Электронный ресурс]. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/76239-19-sokol-m1>.

26 Автоматическая метеостанция типа WXT530 [Электронный ресурс]. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/65362-16-wxt530-75948?ysclid=mfe yng8wwk420512102>.

27 Автоматическая дорожная метеостанция «КОНДОР» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itc.by/itssolution/roadweatherstation/?ysclid=mfe yvuywqpm806781541>.

28 IP-камера погоды/наблюдения (SKU: 3R CAM0308M) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.darrera.com/en/product/3r-cam0308m-weather-surveillance-ip-camera>.

29 Фотоловушка Turbosky СТ-02 7182\_b [Электронный ресурс]. URL: <https://www.midland-rus.ru/goods/fotolovushka-turboskyct02?ysclid=mfe z3vv0w2243563474>.

30 Фотоловушка Suntek HC-900LTE-LI [Электронный ресурс]. URL: <https://suntekcam.ru/catalog/fotolovushki/suntek-hc-900lte-li/?ysclid=mfe z673bnd99631874>.

31 Фотоловушка Филин JET MMC [Электронный ресурс]. URL: <https://tel-tos24.ru/store/fotolovushki/filin-jetmms.html?ysclid=mfezblvh78953951759>.

32 **Галаев, И. Ю.** Умные полимеры в биотехнологии и медицине / И. Ю. Галаев. // Умные полимеры в биотехнологии и медицине, Успехи химии, 64:5 (1995), р. 505–524 Успехи химии, 64:5 (1995), р. 505–524.

33 Development of a Structural Block Diagram of a Day–Night Temperature Difference Energy Converter / P. Z. Aung, V. A. Chelukhin, D. B. Solovev, G. L. Kyriakopoulos [et al.] // SMART Automatics and Energy. Smart Innovation, Systems and Technologies. – Vol 272. Springer, Singapore. – DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-8759-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-981-16-8759-4_13). – Pp. 121–126.

34 Разработка преобразователя энергии перепада температур бидиэлектрического типа автономного гибридного электротехнического комплекса небольшой мощности / Е. В. Абрамсон, Пьей Зон Аунг, В. А. Челухин, А. В. Васильев // Известия Тульского государственного университета. – 2023. – Т. 9. – С. 424–428. (Категория К2).

35 **Пьей Зон Аунг.** Разработка алгоритма работы системы управления преобразователем перепада температур в течение суток / Пьей Зон Аунг, В. А. Челухин // Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых : в 4-х частях. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ «КНАГУ», 2019. – Ч. 2. – 519 с.

36 **Peiei Zone Aung.** Graphical Analysis of Day – Night Temperature Difference by Interpolation and Approximation Methods for the Energy Converter of the Environment / Peiei Zone Aung, V. A. Chelukhin // International Conference on Automatics and Energy(ICAЕ 2021). – Vladivostok, Russia. FEFU, 2021. – DOI: 10.1088/1742-6596/2096/1/012021.

37 **Pyae Zone Aung.** Modern Problems of Information Security in Control and Access Control Systems When Using Neural Networks / Pyae Zone Aung, V. A. Chelukhin, S. E. Tikhonov // International Conference on Automatics and Energy (ICAЕ 2021). – Vladivostok, Russia. FEFU, 2021. – DOI:10.1088/1742-6596/2096/1/012159.

38 Патент № 2557066 Российская Федерация. Преобразователь энергии перепада температур с электронным управлением ; опубл. 20.07.2015 г. ; бюл. № 20 / Челухин В.А., Абрамсон Е.В., Челухин И.В. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КНАГУ». – 1 с.

39 **Бердников, Р.** Оптимизация систем энергоснабжения удаленных и изолированных территорий за счет управления энергетической гибкостью / Р. Бердников, Д. Холкин, И. Чаусов // Энергетическая политика. – 2023. – № 1(179). – С. 94–106. – DOI 10.46920/2409-5516\_2023\_1179.94. – EDN CRQLOW.

40 **Читива, Л. Б. Д.** Преимущества возобновляемой гибридной энергии / Л. Б. Д. Читива // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика : материалы конференции. В 3-х томах, Казань, 07-08 декабря 2021 года / под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Т. 1. – Казань : КГЭУ, 2022. – С. 31–34. – EDN ZDFUMI.

41 **Степаненко, В. П.** Выбор накопителей энергии / В. П. Степаненко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – № 3. – С. 228–234. – EDN YJUCEF.

42 **Рудаков, А. И.** Перспективы использования гибридных электроустановок на возобновляемых источниках энергии / А. И. Рудаков, И. Н. Гиниятуллина // Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники : материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 17–18 марта 2021 года. – Казань : КГЭУ, 2021. – С. 461–464. – EDN DAWKKL.

43 MPPT for hybrid wind, solar and thermoelectric power generation systems for off-grid applications / M. A. Qasim, V. I. Velkin, N. T. Alwan, S. Praveenkumar // Bulletin of South Ural State University. Series: Power Engineering. – 2022. – Vol. 22–No. 2. – Pp. 56–68. – DOI 10.14529/power220206. – EDN ZUIMSO.

44 Оптимизация аккумулирования энергии в гибридных системах ветроэнергетики и фотовольтаики / Л. М. А. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2020. – Т. 23. – № 2. – С. 100–108. – DOI 10.22213/2413-1172-2020-2-100-108. – EDN QOMAJK.

45 Литературный и аналитический обзор существующих комбинированных электростанций и отопительных систем / К. Б. Алиев, С. У. Исмаилов, Е. К. Есенов, А. А. Мусабеков // Вестник науки Южного Казахстана. – 2023. – № 2(22). – С. 43–47. – EDN SKYOMT.

46 **Андреев, О. С.** Возобновляемые источники энергии и проблемы развития нетрадиционных источников энергии / О. С. Андреев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – №. 3. – DOI 10.55189/cgw.2023.94.3.003. – EDN XYQQBW.

47 **Маргиев, Д. Д.** Перспективы применения нетрадиционных источников энергии (возобновляемых источников энергии) в устойчивом развитии горных территорий / Д. Д. Маргиев, О. А. Котова // Вестник науки. – 2025. – Т. 4. – № 6(87). – С. 1777–1784. – EDN IAOQOP.

48 **Обухова, Р. В.** Использование возобновляемых источников энергии в Сибири / Р. В. Обухова // Наука. Технологии. Инновации : сборник научных трудов : в 9 частях, Новосибирск, 01-05 декабря 2015 года / под редакцией О. В. Боруш. Ч. 4. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – С. 227–229. – EDN VNOSRL.

49 **Горячев, Д. А.** Обеспечение электроснабжением удаленных и малонаселенных районов России с использованием возобновляемых источников энергии и распределенной генерации / Д. А. Горячев, И. А. Черникова, Е. В. Богомолова // Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения : материалы V Всероссийской научно-технической конференции, Махачкала, 25-26 декабря 2019 года. – Махачкала : Информационно-Полиграфический Центр ДГТУ, 2019. – С. 112–116. – EDN NHCHKX.

50 **Чанчикова, М. И.** Возобновляемые источники энергии как перспективное направление в освоении Арктики / М. И. Чанчикова // Научные механизмы решения проблем инновационного развития : сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях, Уфа, 01 апреля 2017 года. Ч. 2. – Уфа : Аэтерна, 2017. – С. 180–188. – EDN YIIESH.

51 **Мамонтова, Е. В.** Выбор накопителей энергии для автономных энергетических установок на базе возобновляемых источников энергии / Е. В. Мамонтова //

Научный потенциал студентов и молодых ученых Новосибирской области : сборник научных трудов. – Новосибирск : НГТУ, 2014. – С. 87–88. – EDN UASNXF.

52 **Воронин, С. М.** Формирование автономных систем электроснабжения сельскохозяйственных объектов на основе возобновляемых источников энергии: специальность 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронин Сергей Михайлович. – Зерноград, 2009. – 33 с. – EDN NKTEAN.

53 **Орехов, В. А.** Инновации в энергетике: возобновляемые источники энергии / В. А. Орехов, К. С. Корнеев, А. В. Стручин // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 109-13. – С. 220–223. – DOI 10.18411/trnio-05-2024-708. – EDN QXTUIQ.

54 **Бай, Ю. Д.** Разработка физической модели и системы управления силовым преобразователем возобновляемых источников энергии / Ю. Д. Бай, П. П. Радько, Б. Д. Малюта // Бутаковские чтения : сборник статей III Всероссийской с международным участием молодежной конференции, Томск, 12–14 декабря 2023 года. – Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2023. – С. 118–122. – EDN YJSPPR.

55 **Петрова, С. В.** Состояние и тенденции развития систем энергоснабжения на базе традиционных и возобновляемых источников энергии / С. В. Петрова, Ю. В. Караева, А. З. Даминов // Труды Академэнерго. – 2007. – № 1. – С. 98–107. – EDN JTJQXF.

56 **Митрофанов, С. В.** Методы оптимизации размеров гибридных энергетических комплексов, работающих на возобновляемых источниках энергии / С. В. Митрофанов, Р. Р. Темиргалиев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2025. – Т. 25. – № 1. – С. 5–16. – DOI 10.14529/power250101. – EDN ENQYDB.

57 Исследование эффективности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии / Н. М. Ташиев, И. Э. Турдуев, А. М. Ашимов, О. Э. Омуртов // Научный диалог: теория и практика : сборник научных статей по

итогах работы Международного научного форума, Москва, 30 января 2025 года. – Москва : Инфинити, 2025. – С. 112–120. – DOI 10.34660/INF.2025.77.28.040. – EDN OWCIBF.

58 **Май, Н. Т.** Управление гибридными энергетическими системами с возобновляемыми источниками энергии: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Май Нгок Тханг. – Волгоград, 2013. – 20 с. – EDN ZPBEVN.

59 **Туманов, И. Е.** Мульти физическое моделирование и разработка электромагнитного возбудителя низкочастотных колебаний в качестве преобразователя возобновляемых источников энергии / И. Е. Туманов // Горное оборудование и электромеханика. – 2025. – № 3(179). – С. 21–29. – DOI 10.26730/1816-4528-2025-3-21-29. – EDN LPZIOZ.

60 **Кенден, К. к. В.** Обзор методов оптимизации и программ моделирования автономных систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии / К. к. В. Кенден, А. В. Кузнецов // Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения : материалы III Всероссийской научно-технической конференции, Махачкала, 21-22 декабря 2018 года. – Махачкала : ДГТУ, 2018. – С. 218–220. – EDN USRUXI.

61 **Юдаев, И. В.** Возобновляемые источники энергии : учебник / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 328 с. – EDN КМQАКО.

62 **Кажаев, С. С.** Построение гибридных систем управления электроснабжением с использованием возобновляемых источников энергии / С. С. Кажаев // Актуальные проблемы модернизации ресурсной базы производств территории опережающего социально-экономического развития «Невинномысск» : сборник научных статей III Региональной научно-практической конференции, Невинномысск, 08-13 апреля 2024 года. – Ставрополь : СКФУ, 2024. – С. 114–117. – EDN MQZEEY.

63 **Кириченко, А. С.** Информационные технологии оптимизации состава гибридных систем на основе возобновляемых источников энергии / А. С. Кириченко // Современные векторы развития науки : сборник статей по материалам ежегодной

научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 год, Краснодар, 06 февраля 2024 года. – Краснодар : КГАУ имени И. Т. Трубилина, 2024. – С. 696–698. – EDN FWNOJY.

64 **Челухин, В. А.** Разработка алгоритма управления бидиэлектрическим преобразователем энергии перепада температур : XXI международная научно-практическая конференция «Современные научные исследования: инновации и опыт» / В. А. Челухин, Е. В. Абрамсон // Наука и образование. – 2016. – № 3(21) С. 41–46.

65 Development of an algorithm for the operation of the control system of the temperature difference converter during the day / V. A. Cheluhin; Piew Zon Aung, M. S. Krut'jaev, E. V. Abramson // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon) Vladivostok, Russia. 1-4 October 2019, P. 2094 (Scopus, Web of Science) INSPEC Accession Number: 19229166. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934706. Publisher: IEEE.

66 Разработка схем автономного гибридного электротехнического комплекса на основе возобновляемых источников энергии с системой перепада температур для электроснабжения удаленных сельскохозяйственных объектов / В. А. Челухин, А. В. Васильев, Е. В. Абрамсон, Пьей Зон Аунг // Электротехнологии и электрооборудование АПК. – 2022. – Т. 69. – № 4(49). – С. 93–97. (Категория К1).

67 Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2019664637 Российская Федерация. Программа для анализа перепада температур. Правообладатель ; заявл. 25.10.2019 ; опублик. 11.11.2019, Реестр программ для ЭВМ / Пьей Зон Аунг (RU) ; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «КНАГУ». – 1 с.

## Приложение А

(обязательное)

### Программный код алгоритма входа в программу

```

import java.awt.EventQueue;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JOptionPane;
import java.awt.Color;
import java.awt.Font;
import javax.swing.JTextField;
import javax.swing.JButton;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;
import javax.swing.JPasswordField;
public class Login {
    private JFrame frame;
    private JTextField textField;
    private JPasswordField passwordField;
    /**
     * Launch the application.
     */
    public static void main(String[] args) {
        EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                try {
                    Login window = new Login();
                    window.frame.setVisible(true);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        });
    }
    /**
     * Create the application.
     */
    public Login() {
        initialize();
    }
    /**
     * Initialize the contents of the frame.
     */
    private void initialize() {
        frame = new JFrame();
        frame.getContentPane().setBackground(new Color(153, 255, 0));
        frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
        frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        frame.getContentPane().setLayout(null);

        JLabel lblNewLabel = new JLabel("\u041f\u0440\u0438\u0432\u0435\u0442\u0438\u0435 \u0432 \u043f\u0440\u043e\u0433\u0440\u0430\u043c\u043c\u0443");
        lblNewLabel.setBounds(30, 23, 1184, 31);
    }
}

```









```

JLabel label_5 = new JLabel("\u0412\u044B\u0431\u0435\u0440\u0442\u0435
\u041A\u043D\u043E\u043F\u043A\u0443");
label_5.setForeground(Color.RED);
label_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 55));
label_5.setBounds(512, 321, 478, 65);
frame.getContentPane().add(label_5);

JButton button_1 = new JButton("\u041C\u044C\u044F\u043D\u043C\u0430");
button_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MainMenuMyanmar info = new MainMenuMyanmar();
        MainMenuMyanmar.main(null);
    }
});
button_1.setForeground(Color.BLUE);
button_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 55));
button_1.setBackground(Color.YELLOW);
button_1.setBounds(317, 453, 253, 119);
frame.getContentPane().add(button_1);

JButton btnNewButton_2 = new JButton("\u0412\u0445\u043E\u0434");
btnNewButton_2.setBackground(new Color(139, 0, 0));
btnNewButton_2.setForeground(Color.BLUE);
btnNewButton_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
btnNewButton_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        Login info = new Login();
        Login.main(null);
    }
});
btnNewButton_2.setBounds(832, 664, 122, 45);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_2);

JButton button_2 = new JButton("\u0412\u044B\u0445\u043E\u0434");
button_2.setBackground(new Color(255, 0, 0));
button_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        System.exit(0);
    }
});
button_2.setForeground(Color.BLUE);
button_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_2.setBounds(959, 664, 122, 45);
frame.getContentPane().add(button_2);
}
}

```



```

    }
});
btnNewButton.setForeground(new Color(0, 0, 0));
btnNewButton.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
btnNewButton.setBounds(20, 162, 258, 96);
frame.getContentPane().add(btnNewButton);

JButton button = new JButton("\u041C\u0430\u0413\u0438\u043E\u043D");
button.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM02 info = new MM02();
        MM02.main(null);
    }
});
button.setForeground(Color.BLACK);
button.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
button.setBounds(20, 302, 258, 97);
frame.getContentPane().add(button);

JButton button_1 = new JButton("\u0418\u0440\u0438\u0432\u0430\u0434\u0438\u043E\u043D");
button_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM04 info = new MM04();
        MM04.main(null);
    }
});
button_1.setForeground(Color.BLACK);
button_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_1.setBounds(20, 571, 258, 81);
frame.getContentPane().add(button_1);

JButton button_2 = new JButton("\u0426\u0430\u0413\u043E\u043E\u043D");
button_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM03 info = new MM03();
        MM03.main(null);
    }
});
button_2.setForeground(Color.BLACK);
button_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_2.setBounds(20, 440, 258, 89);
frame.getContentPane().add(button_2);

JButton button_4 = new JButton("\u0429\u0430\u043D\u0420\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
button_4.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM14 info = new MM14();
        MM14.main(null);
    }
});
button_4.setForeground(Color.BLACK);
button_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_4.setBounds(965, 302, 249, 81);
frame.getContentPane().add(button_4);

JButton button_5 = new JButton("\u0410\u0430\u0447\u0438\u043D");
button_5.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM08 info = new MM08();

```

```

        MM08.main(null);
    }
});
button_5.setForeground(Color.BLACK);
button_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_5.setBounds(308, 571, 305, 81);
frame.getContentPane().add(button_5);

JButton button_6 = new JButton("\u0422\u0430\u043D\u0438\u043D \u0422\u0430 \u0420\u0435\u0433\u0438\u0433\u043E\u043D");
button_6.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM07 info = new MM07();
        MM07.main(null);
    }
});
button_6.setForeground(Color.BLACK);
button_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_6.setBounds(308, 443, 307, 89);
frame.getContentPane().add(button_6);

JButton button_7 = new JButton("\u041C\u0430\u043D\u0434\u0430\u0431\u0430\u0439\u043E\u0433\u0438\u043E\u043D");
button_7.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM06 info = new MM06();
        MM06.main(null);
    }
});
button_7.setForeground(Color.BLACK);
button_7.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_7.setBounds(308, 303, 305, 93);
frame.getContentPane().add(button_7);

JButton button_8 = new JButton("\u0424\u0430\u0433\u043E\u043E\u043D");
button_8.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM05 info = new MM05();
        MM05.main(null);
    }
});
button_8.setForeground(Color.BLACK);
button_8.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_8.setBounds(308, 168, 305, 90);
frame.getContentPane().add(button_8);

JButton button_11 = new JButton("\u0427\u0438\u043D \u0420\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
button_11.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM11 info = new MM11();
        MM11.main(null);
    }
});
button_11.setForeground(Color.BLACK);
button_11.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_11.setBounds(664, 440, 258, 89);
frame.getContentPane().add(button_11);

JButton button_12 = new JButton("\u0410\u0430 \u0420\u0438\u0438\u043E\u043D");
button_12.addActionListener(new ActionListener() {

```

```

        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            MM10 info = new MM10();
            MM10.main(null);
        }
    });
    button_12.setForeground(Color.BLACK);
    button_12.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
    button_12.setBounds(664, 302, 258, 90);
    frame.getContentPane().add(button_12);

    JButton button_13 = new JButton("\u041A\u0430 \u042F \u0420\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
    button_13.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            MM09 info = new MM09();
            MM09.main(null);
        }
    });
    button_13.setForeground(Color.BLACK);
    button_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
    button_13.setBounds(664, 165, 258, 90);
    frame.getContentPane().add(button_13);

    JButton btnNewButton_1 = new JButton("\u0421\u043B\u0435\u0434\u044E\u0430\u044F
\u0421\u0442\u0440\u0440\u0430\u043D\u0430");
    btnNewButton_1.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            MainMenuGermany info = new MainMenuGermany();
            MainMenuGermany.main(null);
        }
    });
    btnNewButton_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 22));
    btnNewButton_1.setBounds(965, 523, 249, 47);
    frame.getContentPane().add(btnNewButton_1);

    JButton btnNewButton_2 = new JButton("\u0412\u044B\u0445\u043E\u0434");
    btnNewButton_2.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            System.exit(0);
        }
    });
    btnNewButton_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
    btnNewButton_2.setBounds(965, 606, 249, 46);
    frame.getContentPane().add(btnNewButton_2);

    JButton button_9 = new JButton("\u041C\u043E\u043D \u0420\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
    button_9.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            MM12 info = new MM12();
            MM12.main(null);
        }
    });
    button_9.setForeground(Color.BLACK);
    button_9.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
    button_9.setBounds(664, 571, 258, 81);
    frame.getContentPane().add(button_9);

    JButton button_23 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u0430\u043D\u0430\u044E");
    button_23.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            MainMenu info = new MainMenu();
            MainMenu.main(null);
        }
    });

```

```

    }
});
button_23.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
button_23.setBounds(965, 438, 249, 57);
frame.getContentPane().add(button_23);

JButton button_14 = new JButton("\u0420\u0430\u0441\u0435\u0433\u0438\u0435\u0434\u0438\u0439");
button_14.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM13 info = new MM13();
        MM13.main(null);
    }
});
button_14.setForeground(Color.BLACK);
button_14.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 30));
button_14.setBounds(965, 169, 249, 81);
frame.getContentPane().add(button_14);

JLabel label_1 = new JLabel("1.");
label_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_1.setBounds(0, 207, 23, 23);
frame.getContentPane().add(label_1);

JLabel label_2 = new JLabel("2.");
label_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_2.setBounds(0, 347, 23, 23);
frame.getContentPane().add(label_2);

JLabel label_3 = new JLabel("3.");
label_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_3.setBounds(0, 482, 23, 29);
frame.getContentPane().add(label_3);

JLabel label_4 = new JLabel("4.");
label_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_4.setBounds(0, 609, 23, 25);
frame.getContentPane().add(label_4);

JLabel label_5 = new JLabel("5.");
label_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_5.setBounds(288, 207, 23, 14);
frame.getContentPane().add(label_5);

JLabel label_6 = new JLabel("6.");
label_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_6.setBounds(288, 347, 23, 36);
frame.getContentPane().add(label_6);

JLabel label_7 = new JLabel("7.");
label_7.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_7.setBounds(288, 482, 23, 23);
frame.getContentPane().add(label_7);

JLabel label_8 = new JLabel("8.");
label_8.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_8.setBounds(288, 609, 23, 25);
frame.getContentPane().add(label_8);

JLabel label_9 = new JLabel("9.");
label_9.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_9.setBounds(631, 207, 23, 14);

```

```

frame.getContentPane().add(label_9);

JLabel label_10 = new JLabel("10.");
label_10.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_10.setBounds(623, 331, 43, 39);
frame.getContentPane().add(label_10);

JLabel label_11 = new JLabel("11.");
label_11.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_11.setBounds(623, 466, 43, 39);
frame.getContentPane().add(label_11);

JLabel label_12 = new JLabel("12.");
label_12.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_12.setBounds(623, 591, 43, 43);
frame.getContentPane().add(label_12);

JLabel label_13 = new JLabel("13.");
label_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_13.setBounds(932, 191, 32, 39);
frame.getContentPane().add(label_13);

JLabel label_14 = new JLabel("14.");
label_14.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_14.setBounds(932, 328, 43, 45);
frame.getContentPane().add(label_14);

JLabel label_15 = new JLabel(" \u0432 \u0441\u043E\u0442\u0442\u0430\u0432\u0435 14
\u0440\u0430\u0432\u0432\u043E\u043E\u043F\u0440\u0430\u0432\u043D\u0442\u0445
\u0441\u0443\u0431\u0444\u0435\u0430\u0442\u043E\u0432 \u2014 \u0437\u0435\u043C\u044B\u044C
(Land)");
label_15.setForeground(Color.BLUE);
label_15.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
label_15.setBounds(10, 112, 922, 39);
frame.getContentPane().add(label_15);

JLabel label_16 = new JLabel("
\u0410\u0434\u043C\u0438\u043D\u0438\u0441\u0442\u0440\u0442\u0430\u0442\u0438\u0432\u043E\u0435
\u0434\u0432\u0435\u043D\u0438\u0438\u0435
\u0435\u0441\u0444\u0430\u0441\u0442\u0442\u0438\u0432\u043E\u0442\u0438\u043D\u0442\u043C
\u0442\u0441\u0444\u0440\u043E\u0439\u0442\u0442\u043E\u0435\u043C;");
label_16.setForeground(Color.BLUE);
label_16.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
label_16.setBounds(21, 61, 1193, 40);
frame.getContentPane().add(label_16);
frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
}
import java.awt.Color;
import java.awt.EventQueue;
import java.awt.Font;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
public class MM01A {
    private JFrame frame;
/**
    * Launch the application.
    */

```

```
public static void main(String[] args) {
    EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
        public void run() {
            try {
                MM01A window = new MM01A();
                window.frame.setVisible(true);
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    });
}
```

## Приложение Г

### (обязательное)

### Программный код алгоритма выбора места регионов Пегу

```

import java.awt.Color;
import java.awt.EventQueue;
import java.awt.Font;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JTextField;
import com.jgoodies.forms.layout.FormLayout;
import com.jgoodies.forms.layout.ColumnSpec;
import com.jgoodies.forms.factories.FormFactory;
import com.jgoodies.forms.layout.RowSpec;
public class MM01 {
    private JFrame frame;
    /**
     * Launch the application.
     */
    public static void main(String[] args) {
        EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                try {
                    MM01 window = new MM01();
                    window.frame.setVisible(true);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        });
    }
    /**
     * Create the application.
     */
    public MM01() {
        initialize();
    }
    /**
     * Initialize the contents of the frame.
     */
    private void initialize() {
        frame = new JFrame();
        frame.getContentPane().setBackground(new Color(153, 255, 0));
        frame.getContentPane().setLayout(null);

        JLabel label = new JLabel("1. \u0413\u043e\u0440\u043e\u0434\u043e \u0412\u043e\u0439 \u0432\u043e\u0437\u0432\u0440\u0430\u0442\u0438\u0442\u044c \u0432\u043e\u0439 \u0432\u043e\u0437\u0432\u0440\u0430\u0442\u0438\u0442\u044c");
        label.setBounds(475, 11, 503, 39);
        label.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
        label.setForeground(Color.BLUE);
        frame.getContentPane().add(label);

        JButton btnNewButton = new JButton("\u0412\u043e\u0439 \u0432\u043e\u0437\u0432\u0440\u0430\u0442\u044c");
    }
}

```

```

btnNewButton.setBounds(100, 191, 268, 76);
btnNewButton.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01A info = new MM01A();
        MM01A.main(null);
    }
});
btnNewButton.setForeground(new Color(0, 0, 0));
btnNewButton.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
frame.getContentPane().add(btnNewButton);

```

```

JLabel label_5 = new JLabel("7");
label_5.setBounds(785, 202, 29, 18);
label_5.setForeground(Color.BLUE);
label_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
frame.getContentPane().add(label_5);

```

```

JButton button_3 = new JButton("");
button_3.setBounds(803, 191, 339, 76);
button_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
frame.getContentPane().add(button_3);

```

```

JButton button = new JButton("\u0422\u0430\u0443\u043D \u0413\u0443\u0443");
button.setBounds(100, 278, 268, 98);
button.setForeground(Color.BLACK);
button.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
frame.getContentPane().add(button);

```

```

JButton button_1 = new JButton("\u041F\u044C\u0438");
button_1.setBounds(100, 387, 268, 83);
button_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
    }
});

```

```

JButton button_5 = new JButton("");
button_5.setBounds(803, 289, 339, 87);
button_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
frame.getContentPane().add(button_5);

```

```

JLabel label_6 = new JLabel("8");
label_6.setBounds(785, 325, 29, 18);
label_6.setForeground(Color.BLUE);
label_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
frame.getContentPane().add(label_6);
button_1.setForeground(Color.BLACK);
button_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
frame.getContentPane().add(button_1);

```

```

JButton button_2 = new JButton("\u041D\u044C\u0444\u0443\u043D \u0418\u0438\u0438\u043D");
button_2.setBounds(402, 191, 372, 76);
button_2.setForeground(Color.BLACK);
button_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
frame.getContentPane().add(button_2);

```

```

JButton button_6 = new JButton("");
button_6.setBounds(402, 387, 372, 83);
button_6.setForeground(Color.BLACK);
button_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_6);

```

```

JButton button_7 = new JButton("");

```

```

button_7.setBounds(402, 278, 372, 98);
button_7.setForeground(Color.BLACK);
button_7.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_7);

```

```

JButton btnNewButton_1 = new JButton("\u0421\u043B\u0435\u0434\u0443\u044E\u0449\u0438\u0439
\u0440\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
btnNewButton_1.setBounds(100, 575, 268, 83);
btnNewButton_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        O16 info = new O16();
        O16.main(null);
    }
});

```

```

JButton button_4 = new JButton("");
button_4.setBounds(803, 387, 339, 83);
button_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
frame.getContentPane().add(button_4);

```

```

JLabel label_7 = new JLabel("9");
label_7.setBounds(785, 426, 29, 18);
label_7.setForeground(Color.BLUE);
label_7.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
frame.getContentPane().add(label_7);
btnNewButton_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_1);

```

```

JButton btnNewButton_2 = new JButton("\u0412\u044B\u0445\u043E\u0434");
btnNewButton_2.setBounds(803, 577, 339, 83);
btnNewButton_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        System.exit(0);
    }
});

```

```

JButton button_30 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u043D\u0430\u043D\u044F
\u041C\u0435\u043D\u044E \u041C\u0430\u0433\u0443\u044D \u041E\u0430\u0440\u0443\u0433");
button_30.setBounds(402, 575, 372, 83);
button_30.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM02 info = new MM02();
        MM02.main(null);
    }
});
button_30.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
frame.getContentPane().add(button_30);
btnNewButton_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 20));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_2);

```

```

JButton button_22 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u043D\u0430\u043D\u044F
\u041C\u0435\u043D\u044E");
button_22.setBounds(100, 481, 268, 83);
button_22.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MainMenu info = new MainMenu();
        MainMenu.main(null);
    }
});
button_22.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
frame.getContentPane().add(button_22);

```



```

\u0422\u0430\u0443\u043D \u0413\u0443, \u041F\u044C\u0438 \u0438 \u041D\u044C\u044F\u0443\u043D
\u0411\u0435 \u0411\u0438\u043D.");
    label_29.setBounds(11, 98, 1206, 41);
    label_29.setForeground(Color.BLUE);
    label_29.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
    frame.getContentPane().add(label_29);

    JLabel label_30 = new JLabel("\u041F\u0435\u0433\u0443 \u2014
\u0430\u0434\u043C\u0438\u043D\u0438\u0441\u0442\u0440\u0430\u0442\u0438\u0432\u044B\u0439
\u0446\u0435\u043D\u0442\u0440, \u0447\u0435\u0442\u0432\u0451\u0440\u0442\u044B\u0439 \u043F\u043E
\u0432\u0438\u0438\u0447\u0438\u0447\u043D\u0435 \u0433\u043E\u0440\u044B.");
    label_30.setBounds(11, 146, 1206, 39);
    label_30.setForeground(Color.BLUE);
    label_30.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
    frame.getContentPane().add(label_30);

    JLabel label_31 = new JLabel("\u041E\u0430\u0440\u0443\u0433
\u0440\u0430\u0437\u0434\u0435\u043B\u0451\u043D \u043D\u0447\u0430\u0439\u0442\u044B\u0440\u0435
\u0440\u0435\u043E\u043D\u0430 \u041F\u0435\u0433\u0443, \u041F\u044C\u044C\u0443\u0439,
\u0442\u0445\u0430\u0439\u044F\u0432\u0430\u0434\u0438 \u0438 \u0422\u0430\u0443\u043D\u0443\u0443.");
    label_31.setBounds(11, 61, 1206, 41);
    label_31.setForeground(Color.BLUE);
    label_31.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
    frame.getContentPane().add(label_31);
    frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
    frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
}

```

## Приложение Д (обязательное)

### Программный код алгоритма меню города Пегу

```

import java.awt.Color;
import java.awt.EventQueue;
import java.awt.Font;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.SwingConstants;
public class MM01A {
    private JFrame frame;
    /**
     * Launch the application.
     */
    public static void main(String[] args) {
        EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                try {
                    MM01A window = new MM01A();
                    window.frame.setVisible(true);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        });
    }
    /**
     * Create the application.
     */
    public MM01A() {
        initialize();
    }
    /**
     * Initialize the contents of the frame.
     */
    private void initialize() {
        frame = new JFrame();
        frame.getContentPane().setBackground(new Color(153, 255, 0));
        frame.getContentPane().setLayout(null);

        JLabel label = new JLabel("\u041F\u0435\u0433\u0443 \u0430\u043b\u0433\u043e\u0440\u0438\u0442\u043c \u043c\u0435\u043d\u044e \u0433\u043e\u0440\u043e\u0434\u0430 \u041f\u0435\u0433\u0443");
        label.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 35));
        label.setForeground(Color.BLUE);
        label.setBounds(304, 11, 920, 65);
        frame.getContentPane().add(label);

        JButton btnNewButton = new JButton("\u041d\u043e\u0432\u043e\u0435 \u043c\u0435\u043d\u044e");
        btnNewButton.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
                MM01B info= new MM01B();
                MM01B.main(null);
            }
        });
    }
}

```

```

    }
});
btnNewButton.setForeground(new Color(0, 0, 0));
btnNewButton.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
btnNewButton.setBounds(176, 279, 268, 97);
frame.getContentPane().add(btnNewButton);

JButton btnii = new JButton("\u0418\u044E\u043B\u044C-
\u0414\u0435\u043A\u0430\u0431\u0440\u044C(\u041F\u0435\u0433\u0443)");
btnii.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01C info= new MM01C();
        MM01C.main(null);
    }
});
btnii.setForeground(Color.BLACK);
btnii.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
btnii.setBounds(483, 279, 269, 97);
frame.getContentPane().add(btnii);

JButton button_13 = new JButton("\u0421\u0443\u043C\u043C\u0430 (\u041F\u0435\u0433\u0443)");
button_13.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01D info= new MM01D();
        MM01D.main(null);
    }
});
button_13.setForeground(Color.BLACK);
button_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
button_13.setBounds(785, 279, 194, 97);
frame.getContentPane().add(button_13);

JButton btnNewButton_1 = new JButton("\u0421\u043B\u0435\u0434\u0443\u044E\u0449\u0438\u0439
\u0440\u0435\u0438\u0438\u043E\u043D");
btnNewButton_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM02 info = new MM02();
        MM02.main(null);
    }
});
btnNewButton_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
btnNewButton_1.setBounds(483, 387, 269, 103);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_1);

JButton btnNewButton_2 = new JButton("\u0412\u044B\u0445\u043E\u0434");
btnNewButton_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        System.exit(0);
    }
});
btnNewButton_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
btnNewButton_2.setBounds(785, 392, 194, 97);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_2);

JButton button_23 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u0430\u0430\u043D\u044E");
button_23.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MainMenu info = new MainMenu();
        MainMenu.main(null);
    }
}

```





```

JButton btnK = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443 (\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430)");
btnK.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        K901III info= new K901III();
        K901III.main(null);
    }
});
btnK.setForeground(Color.BLACK);
btnK.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnK.setBounds(743, 622, 142, 55);
frame.getContentPane().add(btnK);

JButton btnNewButton_1 = new JButton("\u0421\u0431\u0435\u0443\u044E\u0449\u0438\u0439
\u0440\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
btnNewButton_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM02 info= new MM02();
        MM02.main(null);
    }
});
btnNewButton_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnNewButton_1.setBounds(917, 622, 177, 55);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_1);

JButton btnNewButton_2 = new JButton("\u0412\u044B\u0445\u043E\u0434");
btnNewButton_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnNewButton_2.setBounds(1125, 622, 89, 55);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_2);

JButton button_23 = new JButton("\u0413\u0431\u0430\u0432\u043D\u0430\u043D\u044E
\u041C\u0435\u043D\u044E");
button_23.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MainMenu info = new MainMenu();
        MainMenu.main(null);
    }
});
button_23.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 20));
button_23.setBounds(10, 622, 200, 55);
frame.getContentPane().add(button_23);

JButton btnK_1 = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443
(\u0413\u0431\u0430\u0432\u043D\u0430\u044E \u041C\u0435\u043D\u044C\u044E)");
btnK_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01A info= new MM01A();
        MM01A.main(null);
    }
});
btnK_1.setForeground(Color.BLACK);
btnK_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnK_1.setBounds(480, 622, 229, 55);
frame.getContentPane().add(btnK_1);

JTable table = new JTable();
table.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {" \u0421\u0432\u0430\u0440\u044C\u041C\u0430\u0440", "1", "2",
"3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25",

```

```

"26", "27", "28", "29", "30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u043C\u0430",
"\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
    {"\u0414\u0435\u0447\u044C", "34", "34", "35", "34", "35", "34", "33", "34", "35",
"34", "33", "33", "32", "34", "34", "34", "35", "34", "35", "34", "35", "34", "35", "34", "31", "30", "32", "33", "34", "34",
"35", null, null},
    {"\u0414\u043E\u0447\u044C", "19", "18", "20", "21", "20", "20", "19", "18", "19",
"18", "16", "18", "20", "17", "19", "19", "16", "17", "17", "18", "19", "20", "20", "17", "16", "14", "15", "13", "15", "16",
"17", null, null},
    {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430 \u0422\u0435\u043C", "15",
"16", "15", "13", "15", "14", "14", "16", "16", "16", "17", "15", "12", "17", "15", "15", "19", "17", "18", "17", "16", "14",
"15", "17", "15", "16", "17", "20", "19", "18", "18", "482", "15.54"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column",
"New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
});
table.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
table.setBounds(10, 73, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table);

JTable table_1 = new JTable();
table_1.setBounds(611, 307, 0, 255);
frame.getContentPane().add(table_1);

JTable table_2 = new JTable();
table_2.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u0424\u0435\u0432\u0440\u0430\u043B\u044C/\u0414\u0435\u043D\u044C", "1",
"2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24",
"25", "26", "27", "28", "29", "\u0421\u0443\u043C\u043C\u0430", "\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u0447\u044C", "35", "35", "34", "33", "27", "34", "35", "36", "34",
"35", "36", "36", "34", "32", "32", "34", "35", "36", "36", "35", "36", "37", "37", "36", "36", "36", "35", "35", "37", null,
null},
        {"\u0414\u043E\u0447\u0447\u044C", "17", "20", "17", "18", "16", "16", "16", "16", "19",
"20", "20", "17", "20", "17", "17", "21", "19", "17", "20", "17", "18", "20", "19", "10", "19", "19", "19", "20", "20", "", null},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430 \u0422\u0435\u043C", "18",
"15", "17", "15", "11", "18", "19", "20", "15", "15", "16", "19", "14", "15", "15", "13", "16", "19", "16", "18", "18", "17",
"18", "26", "17", "17", "16", "15", "17", "485", "16.72"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column",
"New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column"
    }
});
table_2.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(30).setPreferredWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(30).setMinWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(31).setMinWidth(75);
table_2.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_2.setBounds(10, 168, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_2);

```

```

JTable table_3 = new JTable();
table_3.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u041C\u0430\u0440\u0442\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2", "3", "4", "5", "6",
"7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26", "27", "28",
"29", "30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430", "\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u0447\u044C", "37", "37", "36", "35", "35", "35", "36", "37", "38",
"36", "37", "38", "37", "40", "39", "40", "39", "38", "38", "37", "36", "38", "38", "37", "39", "37", "37", "37", "38", "37",
"38", null, null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "21", "19", "20", "20", "22", "22", "22", "22", "21",
"21", "20", "21", "21", "22", "22", "24", "23", "23", "21", "23", "23", "22", "21", "21", "20", "22", "27", "24", "24", "24",
"25", "", ""},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430.\u0422\u0435\u043C", "16",
"18", "16", "15", "13", "13", "14", "15", "17", "15", "17", "17", "16", "18", "17", "16", "16", "15", "17", "14", "13", "16",
"17", "16", "19", "15", "10", "13", "14", "13", "13", "475", "15.32"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
));
table_3.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
table_3.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_3.setBounds(10, 263, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_3);

JTable table_4 = new JTable();
table_4.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u0410\u043F\u0440\u0435\u043B\u044C\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2",
"3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25",
"26", "27", "28", "29", "30", "\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430", "\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u0447\u044C", "39", "39", "39", "41", "41", "38", "39", "39", "39",
"38", "40", "39", "40", "39", "40", "40", "39", "39", "40", "42", "41", "40", "42", "40", "40", "40", "38", "35", "33", "37",
null, null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "23", "24", "29", "24", "24", "26", "24", "25", "25",
"25", "25", "24", "30", "25", "27", "25", "29", "25", "24", "24", "25", "26", "26", "25", "26", "30", "26", "24", "24", "25",
null, null},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430.\u0422\u0435\u043C", "16",
"15", "10", "17", "17", "12", "15", "14", "14", "13", "15", "15", "10", "14", "13", "15", "10", "14", "16", "18", "16", "14",
"16", "15", "14", "10", "12", "11", "9", "12", "412", "13.73"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
));
table_4.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_4.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_4.getColumnModel().getColumn(31).setPreferredWidth(100);
table_4.getColumnModel().getColumn(31).setMinWidth(100);
table_4.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(75);

```

```

table_4.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_4.setBounds(10, 359, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_4);

JTable table_5 = new JTable();
table_5.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u041C\u0430\u0439\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2", "3", "4", "5", "6", "7",
"8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26", "27", "28", "29",
"30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u0430", "\u0421\u0440\u0434\u0435\u043D\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u043D\u044C", "37", "37", "38", "39", "40", "40", "40", "40", "40",
"41", "41", "41", "40", "40", "41", "41", "39", "36", "31", "31", "32", "35", "36", "35", "37", "37", "37", "33", "33", "32",
"31", "", null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "24", "24", "26", "25", "26", "27", "27", "32", "26",
"26", "26", "27", "27", "20", "27", "27", "27", "28", "25", "25", "24", "24", "26", "26", "25", "27", "26", "25", "24", "25",
"25", null, null},
        {"\u0414\u0435\u0440\u0435\u0434\u0430\u0430\u0434\u0430\u0430.\u0422\u0435\u043C", "13",
"13", "12", "14", "14", "13", "14", "8", "14", "15", "15", "14", "13", "20", "14", "14", "12", "8", "6", "6", "8", "11", "10",
"11", "8", "10", "11", "8", "9", "7", "6", "351", "11.32"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
));
table_5.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_5.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_5.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
table_5.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);
table_5.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
table_5.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_5.setBounds(10, 453, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_5);

JTable table_6 = new JTable();
table_6.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u0418\u044E\u043D\u044C\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2", "3", "4", "5",
"6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26", "27",
"28", "29", "30", "\u0421\u0443\u043C\u0430", "\u0421\u0440\u0434\u0434\u0435\u043D\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u043D\u044C", "33", "33", "36", "35", "33", "31", "32", "30", "33",
"32", "32", "33", "34", "34", "29", "31", "30", "32", "31", "31", "34", "34", "33", "34", "33", "32", "30", "28", "31", "34", "",
null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "24", "24", "25", "24", "25", "24", "24", "24", "26",
"24", "24", "24", "25", "24", "26", "24", "24", "24", "23", "24", "24", "25", "25", "25", "25", "25", "25", "24", "25", "24",
null, null},
        {"\u0414\u0435\u0440\u0435\u0434\u0430\u0430\u0434\u0430\u0430.\u0422\u0435\u043C", "9",
"9", "11", "11", "8", "7", "8", "6", "7", "8", "8", "9", "9", "10", "3", "7", "6", "8", "8", "7", "10", "11", "8", "9", "8", "7", "5",
"4", "6", "10", "237", "7.9"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
));
table_6.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);

```

```

table_6.getColumnModel().getColumn(1).setPreferredWidth(85);
table_6.getColumnModel().getColumn(31).setPreferredWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(31).setMinWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(75);
table_6.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_6.setBounds(10, 547, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_6);

JLabel label_1 = new JLabel("\u0418\u044E\u043D\u044C");
label_1.setForeground(Color.BLUE);
label_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_1.setBounds(10, 513, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_1);

JLabel label_2 = new JLabel("\u041C\u0430\u0439");
label_2.setForeground(Color.BLUE);
label_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_2.setBounds(10, 423, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_2);

JLabel label_3 = new JLabel("\u0410\u043F\u0440\u0435\u043B\u044C");
label_3.setForeground(Color.BLUE);
label_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_3.setBounds(10, 325, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_3);

JLabel label_4 = new JLabel("\u041C\u0430\u0440\u0442");
label_4.setForeground(Color.BLUE);
label_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_4.setBounds(10, 229, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_4);

JLabel label_5 = new JLabel("\u0424\u0435\u0432\u0440\u0430\u043B\u044C");
label_5.setForeground(Color.BLUE);
label_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_5.setBounds(10, 134, 128, 23);
frame.getContentPane().add(label_5);

JLabel label_6 = new JLabel("\u0424\u043D\u0432\u0430\u0440\u044C\r\n\r\n");
label_6.setForeground(Color.BLUE);
label_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_6.setBounds(10, 39, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_6);

JButton btnLi = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443 (\u0418\u044E\u043B\u044C-
\u0414\u0435\u0430\u0430\u0431\u0431\u0440\u044C)");
btnLi.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01C info= new MM01C();
        MM01C.main(null);
    }
});
btnLi.setForeground(Color.BLACK);
btnLi.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnLi.setBounds(246, 622, 194, 55);
frame.getContentPane().add(btnLi);
frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
}

```



```

JButton btnK = new JButton("\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430 (\u041F\u0435\u0433\u0443)");
btnK.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01D info= new MM01D();
        MM01D.main(null);
    }
});
btnK.setForeground(Color.BLACK);
btnK.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnK.setBounds(599, 622, 133, 39);
frame.getContentPane().add(btnK);

JButton btnNewButton_1 = new JButton("\u0421\u043B\u0435\u0434\u0443\u044E\u0449\u0438\u0439
\u0440\u0435\u0433\u0438\u043E\u043D");
btnNewButton_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM02 info= new MM02();
        MM02.main(null);
    }
});
btnNewButton_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnNewButton_1.setBounds(742, 622, 169, 39);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_1);

JButton btnNewButton_2 = new JButton("\u0412\u044B\u0445\u043E\u0434");
btnNewButton_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        System.exit(0);
    }
});
btnNewButton_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnNewButton_2.setBounds(1081, 625, 133, 36);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_2);

JButton button_23 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u0430\u043D\u0430\u044E");
button_23.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MainMenu info = new MainMenu();
        MainMenu.main(null);
    }
});
button_23.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
button_23.setBounds(10, 622, 162, 39);
frame.getContentPane().add(button_23);

JButton btnK_1 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u0430\u044E (\u041F\u0435\u0433\u0443)");
btnK_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01A info= new MM01A();
        MM01A.main(null);
    }
});
btnK_1.setForeground(Color.BLACK);
btnK_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnK_1.setBounds(375, 622, 214, 39);
frame.getContentPane().add(btnK_1);

JTable table = new JTable();
table.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));

```

```

table.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u0418\u044E\u043B\u044C\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2", "3", "4", "5", "6",
"7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26", "27", "28",
"29", "30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430", "\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u0447\u044C", "31", "32", "30", "29", "32", "30", "31", "33", "33",
"33", "33", "34", "30", "30", "32", "32", "31", "32", "34", "33", "32", "32", "32", "32", "35", "33", "33", "32", "30", "33",
"32", null, null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "25", "24", "25", "24", "25", "24", "25", "24", "28",
"27", "25", "24", "24", "24", "24", "24", "24", "25", "26", "25", "24", "25", "24", "25", "25", "25", "27", "23", "24",
"24", null, null},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430 \u0422\u0435\u043C", "6",
"8", "5", "5", "7", "6", "6", "9", "5", "6", "8", "10", "6", "6", "8", "8", "7", "8", "9", "7", "7", "8", "7", "8", "10", "8", "8", "5",
"7", "9", "8", "225", "7.25"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
));
table.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);
table.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
table.setBounds(10, 73, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table);

JTable table_1 = new JTable();
table_1.setBounds(611, 307, 0, 255);
frame.getContentPane().add(table_1);

JTable table_2 = new JTable();
table_2.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u0410\u0432\u0433\u0443\u0441\u0442\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2", "3",
"4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26",
"27", "28", "29", "30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430", "\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u0447\u044C", "33", "32", "33", "30", "29", "34", "31", "33", "33",
"33", "31", "31", "31", "28", "29", "32", "33", "29", "31", "30", "32", "30", "30", "32", "32", "33", "32", "32", "34", "32",
"34", null, null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "24", "25", "25", "25", "24", "24", "23", "23", "24",
"25", "25", "25", "24", "23", "24", "23", "23", "24", "23", "23", "24", "23", "23", "23", "23", "24", "24", "25", "24", "25",
"24", null, null},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430 \u0422\u0435\u043C", "11",
"7", "8", "5", "5", "10", "8", "10", "9", "8", "6", "6", "7", "5", "5", "9", "10", "5", "8", "7", "8", "7", "7", "10", "9", "9", "8",
"7", "10", "7", "10", "241", "7.77"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
));
table_2.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
table_2.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);

```

```

table_2.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
table_2.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_2.setBounds(10, 168, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_2);

```

```

JTable table_3 = new JTable();
table_3.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {

```

```

        {"\u0421\u0435\u043D\u0442\u044F\u0431\u0440\u044C\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2", "3", "4", "5",
"6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26", "27",
"28", "29", "30", "\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430", "\u0421\u0440\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u043D\u044C", "33", "32", "33", "34", "32", "35", "32", "31", "33",
"34", "31", "32", "32", "34", "34", "33", "33", "34", "31", "27", "28", "32", "32", "30", "33", "34", "34", "34", "31", "29",
null, null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u0447\u044C", "24", "23", "24", "24", "25", "24", "25", "24", "23",
"23", "24", "27", "24", "25", "24", "24", "24", "25", "24", "23", "24", "25", "23", "23", "23", "23", "24", "24", "24", "24",
null, null},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0430\u0434\u0430\u0430. \u0422\u0435\u043C", "9",
"9", "9", "10", "7", "9", "7", "7", "10", "11", "7", "5", "8", "9", "10", "9", "9", "9", "7", "4", "4", "7", "9", "7", "10", "9", "10",
"10", "7", "5", "243", "8.1"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }

```

```

));
table_3.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(31).setPreferredWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(31).setMinWidth(100);
table_3.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(75);
table_3.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_3.setBounds(10, 263, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_3);

```

```

JTable table_4 = new JTable();
table_4.setModel(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {

```

```

        {"\u041E\u0430\u0442\u044F\u0431\u0440\u044C\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "1",
"2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24",
"25", "26", "27", "28", "29", "30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430",
"\u0421\u0440\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
        {"\u0414\u0435\u043D\u044C", "29", "30", "31", "29", "33", "31", "32", "31", "32",
"33", "34", "33", "32", "32", "33", "32", "32", "34", "30", "28", "32", "33", "34", "32", "34", "32", "32", "32", "34", "31",
"37", null, null},
        {"\u041D\u043E\u0447\u0447\u044C", "23", "23", "23", "23", "23", "24", "23", "24", "23",
"24", "23", "24", "24", "26", "23", "23", "23", "22", "23", "22", "22", "23", "23", "24", "24", "24", "24", "25", "24", "24",
"24", null, null},
        {"\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0430\u0434\u0430\u0430.\u0422\u0435\u043C", "6",
"7", "8", "6", "10", "7", "9", "7", "9", "9", "11", "9", "8", "6", "10", "9", "9", "12", "7", "6", "10", "10", "11", "8", "10", "8",
"8", "7", "10", "7", "3", "257", "8.29"},
    },
    new String[] {
        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New col-
umn", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }

```

```

    });
    table_4.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
    table_4.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
    table_4.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
    table_4.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);
    table_4.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
    table_4.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
    table_4.setBounds(10, 359, 1204, 64);
    frame.getContentPane().add(table_4);

    JTable table_5 = new JTable();
    table_5.setModel(new DefaultTableModel(
        new Object[][] {
            {"\u041D\u043E\u044F\u0431\u0440\u044C\u0414\u0435\u043D\u044C", "1", "2",
"3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25",
"26", "27", "28", "29", "30", "\u0421\u0443\u043C\u043C\u0430", "\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
            {"\u0414\u0435\u043D\u044C", "34", "34", "33", "32", "33", "34", "33", "34", "33",
"33", "33", "34", "34", "35", "35", "35", "35", "34", "34", "34", "34", "35", "34", "35", "35", "34", "35", "33", "34", "34",
null, null},
            {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "24", "25", "25", "26", "24", "24", "24", "24", "24",
"23", "22", "22", "24", "24", "23", "23", "23", "24", "20", "21", "19", "19", "21", "22", "23", "22", "22", "22", "21", "21",
null, null},
            {"\u041F\u0435\u0440\u043F\u0430\u0434\u0430\u0430\u0422\u0435\u043C", "10",
"9", "8", "6", "9", "10", "9", "10", "9", "10", "11", "12", "10", "11", "12", "12", "12", "10", "14", "13", "15", "16", "13", "13",
"12", "12", "13", "11", "13", "13", "338", "11.26"},
        },
        new String[] {
            "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column",
"New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column"
        }
    ));
    table_5.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
    table_5.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
    table_5.getColumnModel().getColumn(31).setPreferredWidth(100);
    table_5.getColumnModel().getColumn(31).setMinWidth(100);
    table_5.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(75);
    table_5.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
    table_5.setBounds(10, 453, 1204, 64);
    frame.getContentPane().add(table_5);

    JTable table_6 = new JTable();
    table_6.setModel(new DefaultTableModel(
        new Object[][] {
            {"\u0414\u0435\u043A\u0430\u0431\u0440\u044C\u0414\u0435\u043D\u044C", "1",
"2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24",
"25", "26", "27", "28", "29", "30", "31", "\u0421\u0443\u043C\u043C\u0430",
"\u0421\u0440\u0435\u0434\u043D\u0435\u0435"},
            {"\u0414\u0435\u043D\u044C", "35", "35", "34", "34", "33", "33", "34", "32", "33",
"33", "33", "33", "33", "33", "34", "36", "34", "34", "33", "34", "32", "32", "32", "33", "35", "34", "35", "35", "35", "34",
"34", "", null},
            {"\u041D\u043E\u0447\u044C", "24", "23", "23", "25", "22", "20", "21", "20", "19",
"18", "19", "18", "18", "19", "18", "21", "21", "21", "22", "22", "19", "17", "17", "16", "17", "20", "21", "20", "20", "17",
"19", null, null},
            {"\u041F\u0435\u0440\u043F\u0430\u0434\u0430\u0430\u0422\u0435\u043C", "11",
"12", "11", "9", "10", "13", "13", "12", "12", "15", "14", "15", "15", "14", "16", "15", "13", "13", "11", "8", "13", "15", "15",
"17", "18", "14", "14", "15", "15", "17", "15", "420", "13.55"},
        },
        new String[] {

```

```

        "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column",
"New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New col-
umn", "New column", "New
column", "New column", "New column", "New column", "New column", "New column"
    }
}

```

```

));
table_6.getColumnModel().getColumn(0).setPreferredWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(0).setMinWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(1).setPreferredWidth(85);
table_6.getColumnModel().getColumn(30).setPreferredWidth(30);
table_6.getColumnModel().getColumn(30).setMinWidth(30);
table_6.getColumnModel().getColumn(31).setPreferredWidth(30);
table_6.getColumnModel().getColumn(31).setMinWidth(30);
table_6.getColumnModel().getColumn(32).setPreferredWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(32).setMinWidth(100);
table_6.getColumnModel().getColumn(33).setMinWidth(75);
table_6.setBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0), 3, true));
table_6.setBounds(10, 547, 1204, 64);
frame.getContentPane().add(table_6);

```

```

JLabel label_1 = new JLabel("\u0414\u0435\u043A\u0430\u0431\u0440\u044C");
label_1.setForeground(Color.BLUE);
label_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_1.setBounds(10, 513, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_1);

```

```

JLabel label_2 = new JLabel("\u041D\u043E\u044F\u0431\u0440\u044C");
label_2.setForeground(Color.BLUE);
label_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_2.setBounds(10, 421, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_2);

```

```

JLabel label_3 = new JLabel("\u041E\u043A\u0442\u044F\u0431\u0440\u044C");
label_3.setForeground(Color.BLUE);
label_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_3.setBounds(10, 325, 141, 23);
frame.getContentPane().add(label_3);

```

```

JLabel label_4 = new JLabel("\u0421\u0435\u043D\u0442\u044F\u0431\u0440\u044C");
label_4.setForeground(Color.BLUE);
label_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_4.setBounds(10, 229, 125, 23);
frame.getContentPane().add(label_4);

```

```

JLabel label_5 = new JLabel("\u0410\u0432\u0433\u0443\u0441\u0442");
label_5.setForeground(Color.BLUE);
label_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_5.setBounds(10, 136, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_5);

```

```

JLabel label_6 = new JLabel("\u0418\u044E\u043B\u044C");
label_6.setForeground(Color.BLUE);
label_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_6.setBounds(10, 42, 95, 23);
frame.getContentPane().add(label_6);

```

```

JButton btnIi = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443 (\u042F\u043D\u0432\u0440\u044C-
\u0418\u044E\u043D\u044C)");
btnIi.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01B info= new MM01B();
        MM01B.main(null);
    }
}

```

```

    }
});
btnLi.setForeground(Color.BLACK);
btnLi.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnLi.setBounds(182, 622, 183, 39);
frame.getContentPane().add(btnLi);

JButton button = new JButton("\u0418\u0441\u0430\u0442\u044C \u043E\u043E\u0433\u0434\u0443");
button.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        JTableSearchTest info = new JTableSearchTest();
        JTableSearchTest.main(null);
    }
});
button.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
button.setBounds(921, 625, 148, 36);
frame.getContentPane().add(button);
frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
}

```

## Приложение И

(обязательное)

### Программный код алгоритма поиска значения перепада температур

в 2020 г. города Пегу

```

import java.awt.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.event.*;
import javax.swing.table.*;
import javax.swing.border.LineBorder;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;
public class JTableSearchTest extends JFrame {
    private JTextField jtf;
    private JLabel searchLbl;
    private TableModel model;
    private JTable table;
    private TableRowSorter sorter;
    private JScrollPane jsp;
    public JTableSearchTest() {
        getContentPane().setBackground(Color.GREEN);
        getContentPane().setForeground(Color.GREEN);
        setTitle("JTableSearch Test");
        jtf = new JTextField(15);
        jtf.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        jtf.setBackground(new Color(255, 255, 255));
        jtf.setBounds(380, 71, 126, 20);
        searchLbl = new JLabel("Искать Месяцев, Число");
        searchLbl.setBounds(93, 60, 291, 30);
        searchLbl.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
        String[] columnNames = {"Число/Месяцев",
"1", "2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26",
"27", "28", "29", "30", "31", "Сумма", "Среднее"};
        // String[] columnNames = {"Name", "Technology"};
        // Object[][] rowData2 = {"January"};
        Object[][] rowData = {"Январь/День", "-18", "", "", "", "", "", "-18", "", "", "", "", "-18", "-13", "-14", "-15", "-12", "-12", "-8", "-8", "-10", "-9", "-11", "-12", "-14", "-14", "-13", "-13", "-13", "-11", "-10", "-12", "-12", "9", "-11", "-13", "-15", "-12", "-7", "-2", "-7", "-8", "-8"}, {"Январь/Ночь", "-24"}, {"Январь/Перепада Температур", "6"}, {"Февраль/День", "Scala"}, {"Февраль/Ночь", "AWS"}, {"Февраль/Перепада Температур", ".Net"}, {"Март/День", "Scala"}, {"Март/Ночь", "AWS"}, {"Март/Перепада Температур", ".Net"}, {"Апрель/День", "Scala"}, {"Апрель/Ночь", "AWS"}, {"Апрель/Перепада Температур", ".Net"}, {"Май/День", "Scala"}, {"Май/Ночь", "AWS"}, {"Май/Перепада Температур", ".Net"}, {"Июнь/День", "Scala"}, {"Июнь/Ночь", "AWS"}, {"Июнь/Перепада Температур", ".Net"}, {"Июль/День", "Scala"}, {"Июль/Ночь", "AWS"}, {"Июль/Перепада Температур", ".Net"}, {"Август/День", "Scala"}, {"Август/Ночь", "AWS"}, {"Август/Перепада Температур", ".Net"}, {"Сентябрь/День", "Scala"}, {"Сентябрь/Ночь", "AWS"}, {"Сентябрь/Перепада Температур", ".Net"};

```

```

репада Температур", ".Net"}, {"Ноябрь/День", "Scala"}, {"Ноябрь/Ночь", "AWS"}, {"Ноябрь/Пе-
рябрь/Перепада Температур", ".Net"}, {"Октябрь/День", "Scala"}, {"Октябрь/Ночь", "AWS"}, {"Ок-
тябрь/Перепада Температур", ".Net"}, {"Декабрь/День", "Scala"}, {"Декабрь/Ночь", "AWS"}, {"Де-
кабрь/Перепада Температур", ".Net"},

```

```

};
model = new DefaultTableModel(rowData, columnNames);
sorter = new TableRowSorter<TableModel>(model);
getContentPane().setLayout(null);
getContentPane().add(searchLbl);
getContentPane().add(jtf);
jsp = new JScrollPane();
jsp.setViewportBorder(new LineBorder(Color.BLUE, 2, true));
jsp.setBounds(10, 102, 1200, 547);
getContentPane().add(jsp);
table = new JTable(new DefaultTableModel(
    new Object[][] {
        {"\u042F\u043D\u0432\u0430\u0440\u044C\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "-18", "-13", "-14", "-15", "-
12", "-12", "-8", "-8", "-10", "-9", "-11", "-12", "-14", "-14", "-13", "-13", "-13", "-11", "-10", "-12", "-12", "-9", "-11", "-13",
"-15", "-12", "-7", "-2", "-7", "-8", "-8", "-344", "11.09"},
        {"\u042F\u043D\u0432\u0430\u0440\u044C\u0414\u0414\u0435\u043E\u0447\u044C", "-24", "-18", "-18", "-26", "-
24", "-26", "-25", "-19", "-22", "-20", "-17", "-21", "-23", "-25", "-25", "-21", "-19", "-21", "-21", "-23", "-20", "-18", "-18",
"-18", "-22", "-22", "-16", "-17", "-20", "-15", "-20", "-634", "20.45"},

        {"\u042F\u0430\u043D\u0432\u0432\u0430\u0440\u044C\u0414\u0414\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430
\u0422\u0435\u043C\u043F\u0435\u0440\u0440\u0430\u0442\u0443\u0443\u0440", "6", "5", "4", "11", "12", "14", "17", "11", "12",
"11", "6", "9", "9", "11", "12", "8", "6", "10", "11", "11", "8", "9", "7", "5", "7", "10", "9", "15", "17", "7", "12", "-297",
"9.58"},

        {"\u0424\u0435\u0432\u0440\u0430\u043B\u044C\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "-9", "-10", "-13", "-
14", "-14", "-14", "-14", "-16", "-14", "-12", "-6", "-2", "-2", "-7", "-9", "-10", "-7", "-6", "-6", "-7", "-6", "-7", "-4", "-1", "-
1", "-2", "-1", "-3", "-1", null, null, "-218", "7.51"},

        {"\u0424\u0435\u0432\u0440\u0430\u043B\u044C\u0414\u0414\u0435\u0447\u0447\u044C", "-23", "-20", "-18", "-
24", "-26", "-22", "-19", "-26", "-28", "-27", "-21", "-14", "-9", "-13", "-16", "-22", "-18", "-16", "-18", "-15", "-18", "-16", "-
15", "-16", "-12", "-15", "-16", "-12", "-15", null, null, "-481", "16.59"},

        {"\u0424\u0435\u0432\u0440\u0430\u043B\u044C\u0414\u0414\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430
\u0422\u0435\u043C\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0443\u0440", "14", "10", "15", "10", "12", "8", "5", "10", "14",
"15", "15", "12", "7", "6", "7", "12", "9", "10", "12", "8", "12", "9", "11", "15", "11", "13", "15", "9", "14", null, null, "320",
"11.03"},

        {"\u041C\u0430\u0440\u0442\u0414\u0435\u043D\u044C", "-1", "0", "0", "-1", "1", "2", "2", "2", "1",
"0", "1", "2", "-1", "-4", "-2", "1", "4", "6", "3", "4", "6", "5", "6", "7", "13", "14", "5", "0", "9", "12", "9", "106", "3.41"},

        {"\u041C\u0430\u0440\u0442\u0414\u0435\u0447\u0447\u044C", "-12", "-11", "-12", "-12", "-9", "-10", "-11",
"-2", "-4", "-13", "-6", "-12", "-10", "-13", "-14", "-10", "-7", "-1", "0", "-2", "-2", "-5", "-6", "-6", "0", "-4", "-2", "-6", "-4",
"2", "3", "-195", "-6.29"},

        {"\u041C\u0430\u0440\u0442\u0414\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430
\u0422\u0435\u043C\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0443\u0440", "-11", "-11", "-12", "-11", "-10", "-12", "-13", "4",
"-5", "-13", "-7", "-14", "-9", "-9", "-12", "-9", "-11", "7", "3", "6", "8", "10", "12", "13", "13", "18", "7", "6", "13", "10", "6",
"297", "9.58"},

        {"\u0410\u043F\u0440\u0435\u043B\u044C\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "10", "13", "6", "0", "8", "12",
"4", "6", "11", "13", "10", "16", "18", "10", "12", "16", "17", "18", "19", "16", "1", "2", "6", "5", "7", "9", "10", "16", "20",
"22", null, "333", "10.74"},

        {"\u0410\u043F\u0440\u0435\u043B\u044C\u0414\u0414\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430
\u0422\u0435\u043C\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0443\u0440", "11", "13", "8", "2", "10", "13", "5", "6", "12", "13",
"12", "17", "19", "7", "14", "18", "14", "16", "19", "15", "3", "6", "8", "7", "10", "9", "12", "16", "19", "13", null, "343",
"11.43"},

```

{ "\u041C\u0430\u0439\u0414\u0435\u043D\u044C", "23", "22", "15", "13", "16", "17", "22", "20", "23", "15", "16", "20", "15", "17", "23", "15", "15", "14", "16", "17", "17", "22", "17", "22", "20", "20", "21", "21", "20", "15", "15", "575", "18.54"},

{ "\u041C\u0430\u0439\u0414\u041D\u043E\u0447\u044C", "8", "11", "5", "6", "2", "2", "3", "11", "7", "10", "7", "6", "6", "4", "9", "3", "3", "0", "5", "8", "6", "11", "10", "12", "9", "10", "10", "10", "8", "5", "5", "212", "6.84"},

{ "\u041C\u0430\u0439\u0414\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430  
\u0422\u0435\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0440\u0440", "15", "11", "10", "7", "14", "15", "19", "9", "16", "5", "9", "14", "9", "13", "14", "12", "12", "14", "11", "9", "11", "11", "7", "10", "11", "10", "11", "11", "12", "10", "10", "353", "11.39"},

{ "\u0418\u044E\u043D\u044C\u0414\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "16", "17", "16", "16", "17", "18", "17", "18", "18", "18", "18", "18", "19", "26", "26", "26", "25", "26", "27", "28", "27", "26", "24", "23", "23", "24", "23", "23", "24", "27", null, "544", "18.13"},

{ "\u0418\u044E\u043D\u044C\u0414\u041D\u043E\u0447\u044C", "6", "6", "6", "6", "6", "7", "7", "8", "8", "8", "8", "8", "10", "10", "10", "11", "14", "15", "15", "14", "16", "16", "14", "15", "16", "15", "14", "12", "14", "16", null, "341", "11.37"},

{ "\u0418\u044E\u043D\u044C\u0414\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430  
\u0422\u0435\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0440\u0440", "10", "11", "10", "10", "11", "11", "10", "10", "10", "10", "10", "10", "9", "16", "16", "15", "11", "11", "12", "14", "11", "10", "10", "8", "7", "9", "9", "11", "10", "11", null, "323", "10.77"},

{ "\u0418\u044E\u043B\u044C\u0414\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "28", "29", "28", "28", "28", "28", "29", "28", "29", "29", "29", "28", "27", "24", "24", "25", "27", "28", "28", "28", "24", "24", "24", "26", "28", "24", "24", "24", "24", "26", "28", "842", "27.16"},

{ "\u0418\u044E\u043B\u044C\u0414\u041D\u043E\u0447\u044C", "17", "16", "13", "14", "15", "17", "17", "17", "16", "17", "16", "13", "13", "12", "13", "14", "16", "17", "18", "14", "14", "13", "14", "18", "16", "15", "14", "14", "14", "18", "470", "15.16"},

{ "\u0418\u044E\u043B\u044C\u0414\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430  
\u0422\u0435\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0440\u0440", "11", "13", "15", "14", "13", "11", "12", "11", "13", "12", "13", "15", "14", "12", "11", "11", "11", "11", "10", "14", "14", "11", "10", "8", "12", "9", "10", "10", "10", "12", "10", "363", "11.7"},

{ "\u0410\u0432\u0433\u0443\u0441\u0441\u0442\u0414\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "28", "28", "26", "24", "23", "23", "25", "27", "23", "24", "25", "24", "24", "24", "24", "24", "24", "24", "24", "23", "23", "23", "22", "22", "22", "22", "22", "744", "24"},

{ "\u0410\u0432\u0432\u0443\u0441\u0441\u0442\u0414\u041D\u043E\u0447\u044C", "18", "18", "16", "14", "13", "14", "14", "17", "12", "13", "17", "17", "14", "13", "15", "15", "15", "14", "14", "14", "14", "14", "14", "13", "13", "13", "13", "12", "12", "12", "12", "409", "13.19"},

{ "\u0410\u0432\u0432\u0443\u0441\u0441\u0442\u0414\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430  
\u0422\u0435\u043C\u043F\u0435\u0440\u0430\u0442\u0443\u0440\u0440", "10", "10", "10", "10", "10", "9", "11", "10", "15", "10", "7", "8", "12", "11", "9", "9", "9", "10", "10", "10", "10", "10", "9", "10", "10", "9", "9", "10", "10", "10", "10", "307", "9.90"},

{ "\u0421\u0435\u043D\u0442\u044F\u0431\u0414\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "21", "21", "21", "21", "23", "20", "20", "20", "20", "19", "19", "19", "19", "18", "18", "18", "18", "17", "17", "17", "17", "16", "16", "16", "16", "15", "15", "15", "15", "14", "", "541", "18.03"},

{ "\u0421\u0435\u043D\u0442\u044F\u0431\u0414\u041D\u043E\u0447\u044C", "12", "11", "11", "11", "11", "10", "10", "10", "10", "9", "9", "9", "9", "8", "8", "8", "8", "7", "7", "7", "6", "6", "6", "6", "6", "5", "5", "5", "4", "4", "", "-36", "-1.2"},

{ "\u0421\u0435\u043D\u0442\u044F\u0431\u0414\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0440\u044C\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "14", "14", "14", "13", "13", "13", "12", "12", "12", "11", "11", "11", "10", "10", "9", "9", "9", "8", "8", "7", "7", "7", "6", "6", "5", "5", "4", "4", "3", "3", "2", "271", "8.74"},

{ "O\u0430\u0442\u044F\u0431\u0414\u0414\u0414\u0435\u043D\u044C", "4", "4", "3", "3", "3", "2", "2", "2", "1", "1", "1", "0", "0", "0", "-1", "-1", "-1", "-2", "-2", "-2", "-3", "-3", "-4", "-4", "-4", "-5", "-5", "-6", "-6", "-6", "-7", "-36", "-1.16"},

{ "\u041E\u0430\u0442\u044F\u0431\u0414\u0414\u0414\u0414\u0435\u043F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0440\u044C", "10", "10", "11", "10", "10", "11", "10", "10", "11", "10", "10", "10", "10", "10", "10", "10", "10", "10", "9", "10", "10", "10", "10", "9", "10", "9", "10", "9", "9", "9", "318", "10.26"},



```

JButton button_2 = new JButton("Главное Меню Перу");
button_2.setBackground(Color.WHITE);
button_2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01A info = new MM01A();
        MM01A.main(null);
    }
});
button_2.setForeground(Color.BLACK);
button_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
button_2.setBounds(539, 660, 264, 30);
getContentPane().add(button_2);

JButton button_3 = new JButton("Сумма Перу");
button_3.setBackground(Color.WHITE);
button_3.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01D info = new MM01D();
        MM01D.main(null);
    }
});
button_3.setForeground(Color.BLACK);
button_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 20));
button_3.setBounds(1065, 660, 149, 30);
getContentPane().add(button_3);

JButton btni = new JButton("Перу (Январь-Июнь)");
btni.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01B info = new MM01B();
        MM01B.main(null);
    }
});
btni.setForeground(Color.BLACK);
btni.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
btni.setBackground(Color.WHITE);
btni.setBounds(250, 660, 279, 30);
getContentPane().add(btni);

JButton button_5 = new JButton("Выход");
button_5.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        System.exit(0);
    }
});
button_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
button_5.setBackground(Color.WHITE);
button_5.setBounds(1084, 67, 126, 30);
getContentPane().add(button_5);

JButton button_4 = new JButton("Следующий регион");
button_4.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM02 info = new MM02();
        MM02.main(null);
    }
});
button_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
button_4.setBackground(Color.WHITE);
button_4.setBounds(791, 67, 264, 30);
getContentPane().add(button_4);

```

```
jtf.getDocument().addDocumentListener(new DocumentListener() {
    public void insertUpdate(DocumentEvent e) {
        search(jtf.getText());
    }
    public void removeUpdate(DocumentEvent e) {
        search(jtf.getText());
    }
    public void changedUpdate(DocumentEvent e) {
        search(jtf.getText());
    }
    public void search(String str) {
        if (str.length() == 0) {
            sorter.setRowFilter(null);
        } else {
            sorter.setRowFilter(RowFilter.regexFilter(str, null));
        }
    }
});
setSize(1240, 770);
setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);
setLocationRelativeTo(null);
setResizable(true);
setVisible(true);
}
public static void main(String[] args) {
    new JTableSearchTest();
}
}
```

## Приложение К (обязательное)

### Программный код алгоритма средних значений перепада температур города Пегу по месяцам выбранного периода

```

import java.awt.Color;
import java.awt.EventQueue;
import java.awt.Font;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JSpinner;
import javax.swing.JTextField;
public class MM01D {
    private JFrame frame;
    private JTextField textField_13;
    private JTextField textField_14;
    private JTextField textField_15;
    private JTextField textField_16;
    private JTextField textField_17;
    private JTextField textField_18;
    private JTextField textField_19;
    private JTextField textField_20;
    private JTextField textField_21;
    private JTextField textField_22;
    private JTextField textField_23;
    private JTextField textField_24;
    private JTextField textField_25;
    private JTextField textField_26;
    private JTextField textField_27;
    private JTextField textField_28;
    /**
     * Launch the application.
     */
    public static void main(String[] args) {
        EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                try {
                    MM01D window = new MM01D();
                    window.frame.setVisible(true);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        });
    }
    /**
     * Create the application.
     */
    public MM01D() {
        initialize();
    }
    /**
     * Initialize the contents of the frame.

```



```

frame.getContentPane().add(label_2);

JLabel lblNewLabel = new JLabel("\u042F\u043D\u0432\u0430\u0440\u044C");
lblNewLabel.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
lblNewLabel.setForeground(new Color(0, 0, 0));
lblNewLabel.setBounds(196, 270, 115, 45);
frame.getContentPane().add(lblNewLabel);

JLabel label_3 = new JLabel("\u0424\u0435\u0432\u0440\u0430\u043B\u044C");
label_3.setForeground(Color.BLACK);
label_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_3.setBounds(196, 326, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_3);

JTextField textField_1 = new JTextField();
textField_1.setEditable(false);
textField_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_1.setText("485");
textField_1.setColumns(10);
textField_1.setBounds(352, 326, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_1);

JLabel label_4 = new JLabel("\u041C\u0430\u0440\u0442");
label_4.setForeground(Color.BLACK);
label_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_4.setBounds(196, 382, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_4);

JTextField textField_2 = new JTextField();
textField_2.setEditable(false);
textField_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_2.setText("475");
textField_2.setColumns(10);
textField_2.setBounds(352, 382, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_2);

JLabel label_5 = new JLabel("\u0410\u043F\u0440\u0435\u043B\u044C");
label_5.setForeground(Color.BLACK);
label_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_5.setBounds(196, 438, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_5);

JTextField textField_3 = new JTextField();
textField_3.setEditable(false);
textField_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_3.setText("412");
textField_3.setColumns(10);
textField_3.setBounds(352, 438, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_3);

JTextField textField_6 = new JTextField();
textField_6.setEditable(false);
textField_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_6.setText("237");
textField_6.setColumns(10);
textField_6.setBounds(678, 318, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_6);

JTextField textField_7 = new JTextField();
textField_7.setEditable(false);
textField_7.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_7.setText("351");
textField_7.setColumns(10);

```

```

textField_7.setBounds(678, 262, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_7);

JLabel label_8 = new JLabel("\u041C\u0430\u0439");
label_8.setForeground(Color.BLACK);
label_8.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_8.setBounds(522, 270, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_8);

JLabel label_9 = new JLabel("\u0418\u044E\u043D\u044C");
label_9.setForeground(Color.BLACK);
label_9.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_9.setBounds(522, 322, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_9);

JLabel label_6 = new JLabel("\u0414\u0435\u0430\u0430\u0431\u0440\u044C");
label_6.setForeground(Color.BLACK);
label_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_6.setBounds(892, 426, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_6);

JLabel label_7 = new JLabel("\u041D\u043E\u0444\u0431\u0440\u044C");
label_7.setForeground(Color.BLACK);
label_7.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_7.setBounds(892, 370, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_7);

JLabel label_10 = new JLabel("\u041E\u0430\u0442\u0444\u0431\u0440\u044C");
label_10.setForeground(Color.BLACK);
label_10.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_10.setBounds(892, 314, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_10);

JLabel label_11 = new JLabel("\u0421\u0434\u043D\u0442\u0444\u0431\u0440\u044C");
label_11.setForeground(Color.BLACK);
label_11.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_11.setBounds(892, 258, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_11);

JLabel label_12 = new JLabel("\u0410\u0432\u0433\u0443\u0441\u0442");
label_12.setForeground(Color.BLACK);
label_12.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_12.setBounds(522, 438, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_12);

JTextField textField_10 = new JTextField();
textField_10.setEditable(false);
textField_10.setText("241");
textField_10.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_10.setColumns(10);
textField_10.setBounds(678, 438, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_10);

JLabel label_13 = new JLabel("\u0418\u044E\u0431\u044C");
label_13.setForeground(Color.BLACK);
label_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_13.setBounds(522, 382, 115, 45);
frame.getContentPane().add(label_13);

JTextField textField_11 = new JTextField();
textField_11.setEditable(false);
textField_11.setText("225");
textField_11.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));

```

```

textField_11.setColumns(10);
textField_11.setBounds(678, 382, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_11);

JLabel label_14 = new JLabel("\u0421\u0443\u043C\u0430\u0430\u041F\u0435\u0440\u0435\u043F\u0430\u0434\u0430 \u0422\u0435\u043C\u0430\u0442\u0443\u0442\u0447\u043D\u0438\u0435 \u0413\u043E\u0413\u0435\u0433\u0443\u0443");
label_14.setForeground(Color.BLACK);
label_14.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_14.setBounds(174, 494, 588, 82);
frame.getContentPane().add(label_14);

JTextField textField_12 = new JTextField();
textField_12.setEditable(false);
textField_12.setForeground(new Color(255, 51, 0));
textField_12.setText("4166");
textField_12.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 40));
textField_12.setColumns(10);
textField_12.setBounds(801, 482, 324, 82);
frame.getContentPane().add(textField_12);

JButton btnii = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443 (\u0418\u044E\u043B\u044C-\u0414\u0430\u0430\u0431\u0440\u0440)");
btnii.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01C info= new MM01C();
        MM01C.main(null);
    }
});
btnii.setForeground(Color.BLACK);
btnii.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btnii.setBounds(670, 575, 194, 59);
frame.getContentPane().add(btnii);

JButton button_1 = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443 (\u0413\u0430\u0432\u0430\u0444 \u041C\u0430\u0434\u0440\u044E)");
button_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01 info= new MM01();
        MM01.main(null);
    }
});
button_1.setForeground(Color.BLACK);
button_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
button_1.setBounds(422, 575, 227, 59);
frame.getContentPane().add(button_1);

JButton btni = new JButton("\u041F\u0435\u0433\u0443(\u0422\u0434\u0432\u0430\u0430\u0440\u044C-\u0418\u044E\u0434\u0440)");
btni.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MM01B info= new MM01B();
        MM01B.main(null);
    }
});
btni.setForeground(Color.BLACK);
btni.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
btni.setBounds(215, 575, 183, 59);
frame.getContentPane().add(btni);

JSpinner spinner = new JSpinner();
spinner.setBounds(409, 343, 29, 20);

```

```

frame.getContentPane().add(spinner);

JTextField textField = new JTextField();
textField.setText("482");
textField.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField.setEditable(false);
textField.setColumns(10);
textField.setBounds(352, 274, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField);

JLabel label_15 = new JLabel("\u0421\u0443\u043C");
label_15.setForeground(Color.BLACK);
label_15.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_15.setBounds(377, 229, 64, 45);
frame.getContentPane().add(label_15);

JLabel label_16 = new JLabel("\u0421\u0440\u0435\u0434");
label_16.setForeground(Color.BLACK);
label_16.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_16.setBounds(453, 229, 64, 45);
frame.getContentPane().add(label_16);

textField_13 = new JTextField();
textField_13.setText("15.54");
textField_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_13.setEditable(false);
textField_13.setColumns(10);
textField_13.setBounds(451, 274, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_13);

textField_14 = new JTextField();
textField_14.setText("16.72");
textField_14.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_14.setEditable(false);
textField_14.setColumns(10);
textField_14.setBounds(451, 326, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_14);

textField_15 = new JTextField();
textField_15.setText("15.32");
textField_15.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_15.setEditable(false);
textField_15.setColumns(10);
textField_15.setBounds(451, 382, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_15);

textField_16 = new JTextField();
textField_16.setText("13.73");
textField_16.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_16.setEditable(false);
textField_16.setColumns(10);
textField_16.setBounds(451, 438, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_16);

JLabel label_17 = new JLabel("\u0421\u0443\u043C");
label_17.setForeground(Color.BLACK);
label_17.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_17.setBounds(715, 218, 64, 45);
frame.getContentPane().add(label_17);

JLabel label_18 = new JLabel("\u0421\u0440\u0435\u0434");
label_18.setForeground(Color.BLACK);
label_18.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));

```

```
label_18.setBounds(776, 218, 64, 45);
frame.getContentPane().add(label_18);

textField_17 = new JTextField();
textField_17.setText("11.32");
textField_17.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_17.setEditable(false);
textField_17.setColumns(10);
textField_17.setBounds(774, 262, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_17);

textField_18 = new JTextField();
textField_18.setText("7.9");
textField_18.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_18.setEditable(false);
textField_18.setColumns(10);
textField_18.setBounds(774, 318, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_18);

textField_19 = new JTextField();
textField_19.setText("7.25");
textField_19.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_19.setEditable(false);
textField_19.setColumns(10);
textField_19.setBounds(774, 382, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_19);

textField_20 = new JTextField();
textField_20.setText("7.77");
textField_20.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_20.setEditable(false);
textField_20.setColumns(10);
textField_20.setBounds(774, 438, 66, 37);
frame.getContentPane().add(textField_20);

JLabel label_19 = new JLabel("\u0421\u0443\u043C");
label_19.setForeground(Color.BLACK);
label_19.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_19.setBounds(1030, 218, 64, 45);
frame.getContentPane().add(label_19);

textField_21 = new JTextField();
textField_21.setText("243");
textField_21.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_21.setEditable(false);
textField_21.setColumns(10);
textField_21.setBounds(1030, 258, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_21);

textField_22 = new JTextField();
textField_22.setText("257");
textField_22.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_22.setEditable(false);
textField_22.setColumns(10);
textField_22.setBounds(1030, 314, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_22);

textField_23 = new JTextField();
textField_23.setText("338");
textField_23.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_23.setEditable(false);
textField_23.setColumns(10);
textField_23.setBounds(1030, 370, 86, 37);
```

```

frame.getContentPane().add(textField_23);

textField_24 = new JTextField();
textField_24.setText("420");
textField_24.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_24.setEditable(false);
textField_24.setColumns(10);
textField_24.setBounds(1030, 426, 86, 37);
frame.getContentPane().add(textField_24);

JLabel label_20 = new JLabel("\u0421\u0440\u0435\u0434");
label_20.setForeground(Color.BLACK);
label_20.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
label_20.setBounds(1126, 218, 64, 45);
frame.getContentPane().add(label_20);

textField_25 = new JTextField();
textField_25.setText("8.1");
textField_25.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_25.setEditable(false);
textField_25.setColumns(10);
textField_25.setBounds(1126, 258, 64, 37);
frame.getContentPane().add(textField_25);

textField_26 = new JTextField();
textField_26.setText("8.29");
textField_26.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_26.setEditable(false);
textField_26.setColumns(10);
textField_26.setBounds(1126, 310, 64, 37);
frame.getContentPane().add(textField_26);

textField_27 = new JTextField();
textField_27.setText("11.26");
textField_27.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_27.setEditable(false);
textField_27.setColumns(10);
textField_27.setBounds(1126, 366, 64, 37);
frame.getContentPane().add(textField_27);

textField_28 = new JTextField();
textField_28.setText("13.55");
textField_28.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 25));
textField_28.setEditable(false);
textField_28.setColumns(10);
textField_28.setBounds(1126, 422, 64, 37);
frame.getContentPane().add(textField_28);

JButton button = new JButton("\u0418\u0441\u0430\u0430\u0442\u044C \u043F\u043E\u0433\u043E\u0434\u0430\u0443");
button.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        JTableSearchTest info = new JTableSearchTest();
        JTableSearchTest.main(null);
    }
});
button.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 15));
button.setBounds(10, 645, 165, 51);
frame.getContentPane().add(button);
frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
}

```





```

button_60.setBounds(1048, 217, 155, 21);
button_60.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_60.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_60);

```

```

JButton btnNewButton_1 = new JButton(
ton("\u0420\u0435\u0441\u043f\u0443\u0431\u0438\u043a\u0430 \u0410\u043b\u0442\u0430\u0439");
    btnNewButton_1.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            Republic2 info = new Republic2();
            Republic2.main(null);
        }
    });
    btnNewButton_1.setBounds(0, 243, 157, 21);
    btnNewButton_1.setForeground(Color.BLUE);
    btnNewButton_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    frame.getContentPane().add(btnNewButton_1);

```

```

JButton button_1 = new JButton("\u0420\u0435\u0441\u043f\u0443\u0431\u0438\u043a\u0430
\u0421\u0435\u0442\u0435\u0440\u043d\u0430\u044f \u0415\u0441\u0442\u0438\u044f");
    button_1.setBounds(167, 243, 243, 21);
    button_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_1.setForeground(new Color(0, 0, 255));
    frame.getContentPane().add(button_1);

```

```

JButton button_16 = new JButton(
ton("\u0421\u0442\u0430\u0440\u0435\u043f\u0438\u043b\u044c\u0441\u0438\u0439
\u043a\u0440\u0430\u0439");
    button_16.setBounds(420, 243, 173, 21);
    button_16.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_16.setForeground(new Color(255, 0, 0));
    frame.getContentPane().add(button_16);

```

```

JButton button_31 = new JButton("\u0410\u0430\u0431\u0443\u0436\u0441\u043a\u0430\u044f
\u0435\u0431\u0430\u0441\u0441\u0442\u044c");
    button_31.setBounds(624, 243, 211, 21);
    button_31.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_31.setForeground(new Color(0, 128, 0));
    frame.getContentPane().add(button_31);

```

```

JButton button_46 = new JButton("\u0415\u043c\u0441\u043a\u0430\u044f
\u0435\u0431\u0430\u0441\u0442\u044c");
    button_46.setBounds(859, 243, 157, 21);
    button_46.setForeground(new Color(0, 128, 0));
    button_46.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    frame.getContentPane().add(button_46);

```

```

JButton button_61 = new JButton("\u0422\u0435\u043c\u0441\u043a\u0430\u044f
\u0435\u0431\u0430\u0441\u0442\u044c");
    button_61.setBounds(1048, 243, 155, 21);
    button_61.setForeground(new Color(0, 128, 0));
    button_61.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    frame.getContentPane().add(button_61);

```

```

JButton btnNewButton_2 = new JButton(
ton("\u0420\u0435\u0441\u043f\u0443\u0431\u0438\u043a\u0430
\u0415\u0430\u0448\u0435\u0440\u0442\u0435\u0441\u0442\u0430\u043d");
    btnNewButton_2.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            Republic1 info = new Republic1();
            Republic1.main(null);
        }
    });

```



```

btnNewButton_3.setBounds(0, 295, 157, 21);
btnNewButton_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
btnNewButton_3.setForeground(Color.BLUE);
frame.getContentPane().add(btnNewButton_3);

```

```

JButton button_3 = new JButton("\u0420\u0435\u0441\u043F\u0443\u0431\u0438\u043A\u0430\u0422\u044B\u0432\u0430");
button_3.setBounds(167, 295, 243, 21);
button_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_3.setForeground(new Color(0, 0, 255));
frame.getContentPane().add(button_3);

```

```

JButton button_18 = new JButton("\u0410\u043C\u0443\u0440\u0430\u043A\u0430\u0442\u043E\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_18.setBounds(420, 295, 173, 21);
button_18.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_18.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_18);

```

```

JButton button_33 = new JButton("\u041A\u0438\u0440\u043E\u0432\u0441\u0442\u0430\u0430\u0442\u043E\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_33.setBounds(624, 295, 211, 21);
button_33.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_33.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_33);

```

```

JButton button_48 = new JButton("\u041E\u0440\u043E\u043E\u0432\u0441\u0442\u0430\u0430\u0442\u043E\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_48.setBounds(859, 295, 157, 21);
button_48.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_48.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_48);

```

```

JButton button_63 = new JButton("\u0422\u044E\u043C\u0435\u0434\u0441\u0430\u0430\u0442\u043E\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C[11]");
button_63.setBounds(1048, 295, 155, 21);
button_63.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_63.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_63);

```

```

JButton btnNewButton_4 = new JButton("\u0420\u0435\u0441\u043F\u0443\u0431\u0438\u043A\u0430\u0430\u0414\u0430\u0433\u0435\u0441\u0442\u0430\u0434");
btnNewButton_4.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        Republic5 info = new Republic5();
        Republic5.main(null);
    }
});
btnNewButton_4.setBounds(0, 321, 157, 21);
btnNewButton_4.setForeground(Color.BLUE);
btnNewButton_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_4);

```

```

JButton button_4 = new JButton("\u0423\u0434\u043C\u0443\u0440\u0440\u0442\u0441\u0442\u0430\u0430\u0442\u043E\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_4.setBounds(167, 321, 243, 21);
button_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_4.setForeground(new Color(0, 0, 255));
frame.getContentPane().add(button_4);

```

```

        JButton button_19 = new JButton(
            "\u0410\u0440\u0445\u0430\u043D\u0433\u0435\u043B\u044C\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C[7]");
        button_19.setBounds(420, 321, 173, 21);
        button_19.setForeground(new Color(0, 128, 0));
        button_19.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        frame.getContentPane().add(button_19);

        JButton button_34 = new JButton(
            "\u041A\u043E\u0441\u0442\u0440\u043E\u043C\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
        button_34.setBounds(624, 321, 211, 21);
        button_34.setForeground(new Color(0, 128, 0));
        button_34.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        frame.getContentPane().add(button_34);

        JButton button_49 = new JButton(
            "\u041F\u0435\u043D\u043D\u0435\u043D\u0441\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
        button_49.setBounds(859, 321, 157, 21);
        button_49.setForeground(new Color(0, 128, 0));
        button_49.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        frame.getContentPane().add(button_49);

        JButton button_64 = new JButton(
            "\u0423\u043B\u044C\u043D\u043E\u0441\u0432\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
        button_64.setBounds(1048, 321, 155, 21);
        button_64.setForeground(new Color(0, 128, 0));
        button_64.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        frame.getContentPane().add(button_64);

        JButton btnNewButton_5 = new JButton(
            "\u0420\u0435\u0441\u0443\u0443\u0448\u0435\u0442\u0438\u043B\u0438\u043A\u0430\u0430\u0448\u0418\u043D\u0433\u0443\u0448\u0435\u0442\u0438\u044F");
        btnNewButton_5.setBounds(0, 347, 157, 21);
        btnNewButton_5.setForeground(new Color(0, 0, 255));
        btnNewButton_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        frame.getContentPane().add(btnNewButton_5);

        JButton button_5 = new JButton("\u0420\u0435\u0441\u0441\u0443\u0441\u043B\u0438\u043A\u0430\u0430\u0448\u0425\u0430\u0430\u0441\u0443\u0438\u044F");
        button_5.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            }
        });
        button_5.setBounds(167, 347, 243, 21);
        button_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_5.setForeground(new Color(0, 0, 255));
        frame.getContentPane().add(button_5);

        JButton button_20 = new JButton(
            "\u0410\u0441\u0442\u0440\u0445\u0430\u043D\u0441\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
        button_20.setBounds(420, 347, 173, 21);
        button_20.setForeground(new Color(0, 128, 0));
        button_20.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        frame.getContentPane().add(button_20);

        JButton button_35 = new JButton(
            "\u041A\u0443\u0440\u0430\u043D\u0441\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
        button_35.setBounds(624, 347, 211, 21);

```

```
button_35.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_35.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_35);
```

```
JButton button_50 = new JButton("\u041F\u0441\u043A\u043E\u0432\u0441\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_50.setBounds(859, 347, 157, 21);
button_50.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_50.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_50);
```

```
JButton button_65 = new JButton("\u0427\u0435\u043B\u044F\u0438\u043D\u0441\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_65.setBounds(1048, 347, 155, 21);
button_65.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_65.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_65);
```

```
JButton btnNewButton_6 = new JButton("\u041A\u0430\u0431\u0440\u0443\u0434\u0438\u043D\u043E-
\u0418\u0430\u043B\u043A\u0430\u0440\u0441\u043A\u0430\u044F
\u0422\u0435\u0441\u0443\u043F\u0443\u0438\u043B\u0438\u043A\u0430");
btnNewButton_6.setBounds(0, 373, 157, 21);
btnNewButton_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
btnNewButton_6.setForeground(new Color(0, 0, 255));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_6);
```

```
JButton button_6 = new JButton("\u0427\u0435\u0447\u0435\u043D\u0441\u043A\u0430\u044F
\u0422\u0435\u0441\u0443\u0443\u0438\u043B\u0438\u043A\u0430");
button_6.setBounds(167, 373, 243, 21);
button_6.setForeground(new Color(0, 0, 255));
button_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_6);
```

```
JButton button_21 = new JButton("\u0418\u0435\u043B\u043E\u0440\u043E\u0434\u0441\u043A\u0441\u0442\u044C");
button_21.setBounds(420, 373, 173, 21);
button_21.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_21.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_21);
```

```
JButton button_36 = new JButton("\u041A\u0443\u0440\u0441\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_36.setBounds(624, 373, 211, 21);
button_36.setForeground(new Color(0, 100, 0));
button_36.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_36);
```

```
JButton button_51 = new JButton("\u0422\u043E\u0442\u043E\u0432\u0441\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_51.setBounds(859, 373, 157, 21);
button_51.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_51.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_51);
```

```
JButton button_66 = new JButton("\u0424\u0440\u043E\u0441\u0438\u0432\u0441\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_66.setBounds(1048, 373, 155, 21);
button_66.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_66.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
```



```

button_23.setBounds(420, 425, 173, 21);
button_23.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_23.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_23);

```

```

JButton button_38 = new JButton("\u041B\u0438\u043F\u0435\u0446\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_38.setBounds(624, 425, 211, 21);
button_38.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_38.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_38);

```

```

JButton button_53 = new JButton("\t\u0421\u0430\u043C\u0430\u0440\u0441\u043A\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_53.setBounds(859, 425, 157, 21);
button_53.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_53.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_53);

```

```

JButton button_68 = new JButton("\u0421\u0430\u043D\u043A\u0442-
\u041F\u0435\u0442\u0435\u0440\u0431\u0443\u0443");
button_68.setBounds(1048, 425, 155, 21);
button_68.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_68.setForeground(new Color(255, 0, 255));
frame.getContentPane().add(button_68);

```

```

JButton btnNewButton_9 = new JButton("\u0420\u0435\u0441\u0438\u043B\u0438\u0430\u0430
\u0410\u0430\u0440\u0435\u043B\u0438\u044F");
btnNewButton_9.setBounds(0, 451, 157, 21);
btnNewButton_9.setForeground(new Color(0, 0, 255));
btnNewButton_9.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_9);

```

```

JButton button_9 = new JButton("\u0417\u0430\u0431\u0439\u0430\u043B\u044C\u0441\u0430\u0438\u0439
\u0430\u0440\u0430\u0439");
button_9.setBounds(167, 463, 243, 21);
button_9.setForeground(new Color(255, 0, 0));
button_9.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_9);

```

```

JButton button_24 = new JButton("\u0412\u043E\u0438\u043E\u0440\u0430\u0434\u0441\u0441\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_24.setBounds(420, 451, 173, 21);
button_24.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_24.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_24);

```

```

JButton button_39 = new JButton("\u041C\u0430\u0434\u0430\u0430\u0434\u0441\u0441\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_39.setBounds(624, 451, 211, 21);
button_39.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_39.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_39);

```

```

JButton button_54 = new JButton("\u0421\u0430\u0440\u0430\u0441\u043E\u0432\u0441\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_54.setBounds(859, 451, 157, 21);
button_54.setForeground(new Color(0, 128, 0));

```

```
button_54.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_54);
```

```
JButton button_69 = new JButton(
ton("\u0421\u0435\u0432\u0430\u0441\u0442\u043E\u043F\u043E\u043B\u044C[1]");
button_69.setBounds(1048, 451, 155, 21);
button_69.setForeground(new Color(255, 0, 255));
button_69.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_69);
```

```
JButton btnNewButton_10 = new JButton(
ton("\u0420\u0435\u0441\u043F\u0443\u0431\u0438\u043A\u0430 \u0410\u043E\u043C\u0438");
btnNewButton_10.setBounds(0, 477, 157, 21);
btnNewButton_10.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
btnNewButton_10.setForeground(new Color(0, 0, 255));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_10);
```

```
JButton button_10 = new JButton("\u0410\u0430\u0447\u0447\u0430\u0442\u0441\u043A\u0438\u0439
\u043A\u0440\u0430\u0439");
button_10.setBounds(167, 495, 243, 21);
button_10.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_10.setForeground(new Color(255, 0, 0));
frame.getContentPane().add(button_10);
```

```
JButton button_25 = new JButton(
ton("\u0412\u043E\u043B\u043E\u0433\u043E\u0434\u0441\u044A\u0430\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_25.setBounds(420, 477, 173, 21);
button_25.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_25.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_25);
```

```
JButton button_40 = new JButton(
ton("\u041C\u043E\u0441\u043A\u043E\u0432\u0441\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_40.setBounds(624, 477, 211, 21);
button_40.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_40.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_40);
```

```
JButton button_55 = new JButton(
ton("\u0421\u0430\u0445\u0430\u043B\u0438\u043D\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F
\u043E\u0431\u043B\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_55.setBounds(859, 477, 157, 21);
button_55.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_55.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_55);
```

```
JButton button_70 = new JButton("\u0415\u0432\u0440\u0435\u0439\u0441\u043A\u0430\u044F
\u0410\u041E");
button_70.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
    }
});
button_70.setBounds(1048, 477, 155, 21);
button_70.setForeground(new Color(0, 0, 0));
button_70.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_70);
```

```
JButton btnNewButton_11 = new JButton(
ton("\u0420\u0435\u0441\u043F\u0443\u0431\u0438\u043A\u0430 \u0410\u0440\u044B\u043C[1]");
btnNewButton_11.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
    }
});
```

```

    });
    btnNewButton_11.setBounds(0, 503, 157, 21);
    btnNewButton_11.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    btnNewButton_11.setForeground(new Color(0, 0, 255));
    frame.getContentPane().add(btnNewButton_11);

    JButton button_11 = new JButton(
        "\u041A\u0440\u0430\u0441\u0434\u043E\u0434\u0440\u0441\u043A\u0438\u0439\u0430\u0440\u0430\u0439");
    button_11.setBounds(167, 527, 243, 21);
    button_11.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_11.setForeground(new Color(255, 0, 0));
    frame.getContentPane().add(button_11);

    JButton button_26 = new JButton(
        "\u0412\u043E\u0440\u043D\u043E\u0436\u0441\u0436\u0441\u043A\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
    button_26.setBounds(420, 503, 173, 21);
    button_26.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_26.setForeground(new Color(0, 128, 0));
    frame.getContentPane().add(button_26);

    JButton button_41 = new JButton(
        "\u041C\u0440\u0440\u043C\u0430\u043D\u0441\u043A\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
    button_41.setBounds(624, 503, 211, 21);
    button_41.setForeground(new Color(0, 128, 0));
    button_41.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    frame.getContentPane().add(button_41);

    JButton button_56 = new JButton(
        "\u0421\u0432\u0435\u0440\u0434\u043B\u043E\u0432\u0441\u043A\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
    button_56.setBounds(859, 503, 157, 21);
    button_56.setForeground(new Color(0, 128, 0));
    button_56.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    frame.getContentPane().add(button_56);

    JButton button_71 = new JButton("\u041D\u0435\u0434\u0446\u043A\u0438\u0439\u0410\u041E[7]");
    button_71.setBounds(1048, 503, 155, 21);
    button_71.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_71.setForeground(new Color(0, 0, 0));
    frame.getContentPane().add(button_71);

    JButton btnNewButton_12 = new JButton(
        "\u0420\u0435\u0441\u0443\u0441\u0431\u0438\u043A\u0430\u0442\u043B");
    btnNewButton_12.setBounds(0, 529, 157, 21);
    btnNewButton_12.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    btnNewButton_12.setForeground(new Color(0, 0, 255));
    frame.getContentPane().add(btnNewButton_12);

    JButton button_12 = new JButton(
        "\u041A\u0440\u0430\u0441\u0434\u043E\u044F\u0440\u0441\u043A\u0438\u0439\u043A\u0440\u0430\u0439");
    button_12.setBounds(167, 555, 243, 21);
    button_12.setForeground(new Color(255, 0, 0));
    button_12.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    frame.getContentPane().add(button_12);

    JButton button_27 = new JButton("\u0418\u0432\u0430\u043D\u043E\u0432\u0441\u043A\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0442\u044C");

```

```

button_27.setBounds(420, 529, 173, 21);
button_27.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_27.setForeground(new Color(0, 128, 0));
frame.getContentPane().add(button_27);

```

```

JButton button_42 = new JButton(
    "\u041D\u0438\u0436\u0435\u0433\u043E\u0440\u043E\u0434\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_42.setBounds(624, 527, 211, 21);
button_42.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_42.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_42);

```

```

JButton button_57 = new JButton(
    "\u0421\u043C\u043E\u043B\u0435\u043D\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_57.setBounds(859, 529, 157, 21);
button_57.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_57.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_57);

```

```

JButton button_72 = new JButton("\u0425\u0430\u043D\u0442\u044B\u0410\u041E \u2014 \u0430\u0433\u0440\u0435\u043D\u0441\u043A\u0430\u0438\u0439\u0441\u043A\u0438\u0439\u0441\u0442\u044C");
button_72.setBounds(1048, 527, 155, 21);
button_72.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_72.setForeground(new Color(0, 0, 0));
frame.getContentPane().add(button_72);

```

```

JButton btnNewButton_13 = new JButton(
    "\u0420\u0443\u0431\u0440\u0438\u0442\u043E\u043A\u0438\u0430\u0430\u044F\u043E\u0434\u0438\u0438\u0442\u044C");
btnNewButton_13.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
    }
});
btnNewButton_13.setBounds(0, 555, 157, 21);
btnNewButton_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
btnNewButton_13.setForeground(new Color(0, 0, 255));
frame.getContentPane().add(btnNewButton_13);

```

```

JButton button_13 = new JButton("\u0418\u0438\u0440\u043C\u0441\u0441\u043A\u0438\u0439\u0430\u0440\u0430\u0439");
button_13.setBounds(167, 587, 243, 21);
button_13.setForeground(new Color(255, 0, 0));
button_13.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_13.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
    }
});
frame.getContentPane().add(button_13);

```

```

JButton button_28 = new JButton("\u0418\u0440\u0430\u0442\u0442\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_28.setBounds(420, 555, 173, 21);
button_28.setForeground(new Color(0, 128, 0));
button_28.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
frame.getContentPane().add(button_28);

```

```

JButton button_43 = new JButton(
    "\u041D\u043E\u0432\u0438\u0433\u043E\u0440\u043E\u0434\u0441\u043A\u0441\u0441\u043A\u0430\u0430\u044F\u043E\u0431\u0430\u0441\u0442\u044C");
button_43.setBounds(624, 555, 211, 21);

```





## Приложение М

(обязательное)

### Программный код алгоритма выбора городов Хабаровского края

```

import java.awt.Color;
import java.awt.EventQueue;
import java.awt.Font;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JTextField;
public class K9 {
    private JFrame frame;
    /**
     * Launch the application.
     */
    public static void main(String[] args) {
        EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                try {
                    K9 window = new K9();
                    window.frame.setVisible(true);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        });
    }
    /**
     * Create the application.
     */
    public K9() {
        initialize();
    }
    /**
     * Initialize the contents of the frame.
     */
    private void initialize() {
        frame = new JFrame();
        frame.getContentPane().setBackground(new Color(153, 255, 0));
        frame.getContentPane().setLayout(null);

        JLabel label = new JLabel("\u0413\u0440\u0430\u0434\u0430\u0431\u0430\u0440\u0441\u043a\u043e\u0435 \u043a\u0440\u0430\u0439 \u0432\u044b\u0431\u043e\u0440 \u0433\u043e\u0440\u043e\u0434\u043e\u0432");
        label.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 20));
        label.setForeground(Color.BLUE);
        label.setBounds(472, 11, 360, 39);
        frame.getContentPane().add(label);

        JButton btnNewButton = new JButton("\u0413\u043e\u0440\u043e\u0434\u0430 \u0432\u044b\u0431\u043e\u0440");
        btnNewButton.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
                K901M info= new K901M();
                K901M.main(null);
            }
        });
    }
}

```

```

    }
});
btnNewButton.setForeground(new Color(0, 0, 0));
btnNewButton.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
btnNewButton.setBounds(217, 120, 194, 23);
frame.getContentPane().add(btnNewButton);

JButton button = new JButton(
ton("\u041A\u043E\u0441\u0441\u043E\u043C\u043E\u043B\u044C\u0441\u043A-\u043D\u0430-\u0410\u043C\u0443\u0440\u0435");
    button.addActionListener(new ActionListener() {
        public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            K902 info = new K902();
            K902.main(null);
        }
    });
button.setForeground(Color.BLACK);
button.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button.setBounds(217, 168, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button);

JButton button_1 = new JButton("\u0410\u043C\u0443\u0440\u0441\u043A");
button_1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        K903M info = new K903M();
        K903M.main(null);
    }
});
button_1.setForeground(Color.BLACK);
button_1.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_1.setBounds(217, 218, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button_1);

JButton button_2 = new JButton("\u0421\u043E\u0432\u0435\u0442\u0441\u043A\u0430\u0430\u044C-\u0413\u0430\u0432\u043D\u044C");
button_2.setForeground(Color.BLACK);
button_2.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_2.setBounds(217, 275, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button_2);

JButton button_3 = new JButton(
ton("\u041D\u0438\u043A\u043E\u043B\u0430\u0435\u0432\u0441\u0432\u0441\u043A-\u043D\u0430-\u0410\u043C\u0443\u0440\u0441\u0435");
    button_3.setForeground(Color.BLACK);
    button_3.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
    button_3.setBounds(217, 330, 194, 23);
    frame.getContentPane().add(button_3);

JButton button_4 = new JButton("\u042D\u043B\u044C\u0431\u0430\u0430\u043D");
button_4.setForeground(Color.BLACK);
button_4.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_4.setBounds(472, 330, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button_4);

JButton button_5 = new JButton("\u0421\u043E\u043B\u043D\u0435\u0447\u043D\u044B\u0439");
button_5.setForeground(Color.BLACK);
button_5.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_5.setBounds(472, 275, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button_5);

JButton button_6 = new JButton("\u0427\u0435\u0433\u0434\u043E\u043C\u044B\u043D");
button_6.setForeground(Color.BLACK);
button_6.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));

```



```

        JButton          button_9          =          new          JBut-
ton("\u041F\u0435\u0440\u0435\u044F\u0441\u043B\u0430\u0432\u043A\u0430");
        button_9.setForeground(Color.BLACK);
        button_9.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_9.setBounds(729, 275, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_9);

        JButton button_10 = new JButton("\u0425\u0443\u0440\u0431\u0430");
        button_10.setForeground(Color.BLACK);
        button_10.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_10.setBounds(729, 330, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_10);

        JButton          button_14         =          new          JBut-
ton("\u041E\u043A\u0442\u044F\u0431\u0440\u044C\u0441\u043A\u0438\u0439");
        button_14.setForeground(Color.BLACK);
        button_14.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_14.setBounds(990, 168, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_14);

        JButton          button_15         =          new          JBut-
ton("\u041A\u043E\u0440\u0444\u043E\u0432\u0441\u043A\u0438\u0439");
        button_15.setForeground(Color.BLACK);
        button_15.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_15.setBounds(990, 120, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_15);

        JButton button_16 = new JButton("\u0411\u0435\u0440\u0451\u0437\u043E\u0432\u044B\u0439");
        button_16.setForeground(Color.BLACK);
        button_16.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_16.setBounds(990, 218, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_16);

        JButton button_17 = new JButton("\u0422\u0440\u043E\u0438\u0446\u043A\u043E\u0435");
        button_17.setForeground(Color.BLACK);
        button_17.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_17.setBounds(990, 275, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_17);

        JButton button_18 = new JButton("\u0422\u043E\u043F\u043E\u043B\u0435\u0432\u043E");
        button_18.setForeground(Color.BLACK);
        button_18.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_18.setBounds(990, 330, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_18);

        JButton button_19 = new JButton("\u0425\u043E\u0440");
        button_19.setForeground(Color.BLACK);
        button_19.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_19.setBounds(472, 402, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_19);

        JButton          button_20         =          new          JBut-
ton("\u041D\u043E\u0432\u044B\u0439
\u0423\u0440\u0433\u0430\u043B");
        button_20.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
            }
        });
        button_20.setForeground(Color.BLACK);
        button_20.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
        button_20.setBounds(729, 402, 194, 23);
        frame.getContentPane().add(button_20);

        JButton button_21 = new JButton("\u0411\u0438\u043A\u0438\u043D");

```

```

button_21.setForeground(Color.BLACK);
button_21.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_21.setBounds(217, 402, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button_21);

JButton button_22 = new JButton(
ton("\u041F\u043E\u0433\u0440\u0430\u0421\u0435\u043B\u0438\u0445\u0438\u043D\u043E\u043D\u0438\u0447\u043D\u044B\u0439");
button_22.setForeground(Color.BLACK);
button_22.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_22.setBounds(990, 402, 194, 23);
frame.getContentPane().add(button_22);

JButton button_23 = new JButton("\u0413\u043B\u0430\u0432\u043D\u0430\u043D\u044F
\u041C\u0435\u043D\u044E");
button_23.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        MainMenu info = new MainMenu();
        MainMenu.main(null);
    }
});
button_23.setFont(new Font("Times New Roman", Font.BOLD, 11));
button_23.setBounds(355, 470, 125, 23);
frame.getContentPane().add(button_23);
frame.setBounds(0, 0, 1240, 770);
frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
}

```