Частное профессиональное образовательное учреждение
«Кавминводский энергетический техникум»
г. Пятигорск

ЭНЕРГЕТИКА НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО

Сборник материалов победителей конкурса проектов

Сетевое научное издание

Под общей редакцией
кандидата педагогических наук О.Л. Лукьяновой

© Коллектив авторов, 2022
© Частное профессиональное образовательное учреждение «Кавминводский энергетический техникум», 2022
© Евроазиатская научно-промышленная палата
ISBN 978-5-6046635-4-7

Москва
2022

УДК 620.9
ББК 31.2
Э65

Рецензенты:

Бабаян А.В. – доктор педагогических наук, профессор; профессор кафедры креативно-инновационного управления и права ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», г. Пятигорск.

Баранов Р.Д. – кандидат экономических наук, доцент, Частное профессиональное образовательное учреждение «Кавминводский энергетический техникум», преподаватель, г. Пятигорск.

Э65 **Энергетика настоящего и будущего**. Сборник материалов победителей конкурса проектов / Под общ. ред. О.Л. Лукьяновой. – М.: Евроазиатская научно-промышленная палата, 2022. – 52 с.

ISBN 978-5-6046635-4-7

В данном издании представлены результаты исследовательской работы студентов СПО и ВО в области физики и энергетики.

ISBN 978-5-6046635-4-7

© Коллектив авторов, 2022
© Частное профессиональное образовательное учреждение «Кавминводский энергетический техникум», 2022
© Евроазиатская научно-промышленная палата

СОДЕРЖАНИЕ

Мироненко А.В., Романишин Д.А.
Руководитель – Иванова Т.А.
ЭНЕРГИЯ БЕЗ ПРЕГРАД (*победитель 1 степени*) 4

Арбузова А.В.
Руководитель – Гордиенко А.Е.
ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ
ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ (*победитель 1 степени*) 13

Дрогалин К.А.
Руководитель – Гордиенко А.Е.
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА
НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ КЛЕТКИ И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ
(*победитель 1 степени*) 18

Рабаданов Р.М.
Руководитель – Гордиенко А.Е.
НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ
(*победитель 2 степени*) 26

Тищенко В.В.
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ
(*победитель 3 степени*) 39

Дьяков И.С., Лепшоков Х.Г.
Руководитель – Прутков Владимир Иванович
СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ (*победитель 3 степени*) 43

Хомяков Р.А.
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ
(*победитель 3 степени*) 46

«Дети – наше будущее! Мы обязаны им передать все знания, которые у нас имеются, мы должны их вырастить морально и физически здоровыми, грамотными специалистами с активной жизненной позицией».

Директор Частного профессионального образовательного учреждения «Кавминводский энергетический техникум», кандидат педагогических наук Лукьянова Ольга Львовна

ЭНЕРГИЯ БЕЗ ПРЕГРАД (победитель 1 степени)

А.В. Мироненко, Д.А. Романишин
Руководитель – Т.А. Иванова

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Невинномысский энергетический техникум»

Развитие общества невозможно без использования возрастающих объемов энергии. Масштабы энергопотребления за несколько тысячелетий возросли до громадных величин. Потребность в энергии резко повышается с техническим и культурным прогрессом. Между тем и рост численности населения, и «потребительские аппетиты» в энергетике растут год от года.

Промышленное развитие России во многом определяется находящимися на ее территории природными ресурсами, которые ставят ее в привилегированное положение по отношению к другим странам. Однако, многие из этих ресурсов, расположенных в относительно доступных местах, постепенно истощаются.

Для того чтобы сохранить лидерство в добыче полезных ископаемых неизбежно придется обратиться к уже обнаруженным залежам, находящимся в менее доступных районах на севере и северо-востоке нашей страны.

Чтобы получить промышленную отдачу от использования полезных ископаемых, находящихся в этих «неудобных» районах, необходимы крупные затраты не только на возведение перерабатывающих и добывающих предприятий, но и строительство подъездных дорог,

железнодорожных станций, крупных речных и морских портов, обустройство жилья для обслуживающего персонала и, главное, – линий электропередачи.

Для решения всех этих проблем по освоению новых месторождений не обойтись без инновационных технологий, которые позволят обеспечивать ускоренное строительство линий электропередачи, а также снизить затраты на их возведение.

Целью работы является разработка конструкции поверхностного фундамента для строительства воздушных линий (ВЛ) на торфяных и переувлажнённых болотах.

Для реализации цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить особенности торфяных и переувлажнённых грунтов.
2. Использовать поверхностные фундаменты для воздушных линий.
3. Способствовать сохранению окружающей среды.

Объектом исследования являются воздушные линии электропередачи в труднодоступных районах.

Предмет исследования – поверхностные фундаменты для установки воздушных линий.

Использование поверхностных фундаментов для линий электропередачи позволит проводить электрификацию труднодоступных районов.

В справочном пособии авторов Арнополин А.Г., Мичков В.И. «Особенности строительства воздушных линий электропередачи на болотах, в слабых и вечномерзлых грунтах» подчеркивается, что строительство ЛЭП на болотах отличается от строительства в нормальных геологопочвенных и климатических условиях рядом факторов. Важнейший из них – низкая несущая способность грунтов в летнее время, т.е. в период основного строительного сезона, что вызывает необходимость использования для строительства специальной высокопроходимой техники и устройства для ее прохождения специальных лежневых дорог или зимников. Кроме того, усложняются способы закрепления опор, методы раскатки и подвески проводов.

В данной работе использовался метод моделирования конструкции линии электропередачи (ЛЭП), позволяющий осуществление передачи электроэнергии на торфяных и переувлажнённых болотах, а также метод библиографического анализ литературы и материалов сети Internet.

Болото, участок суши с избыточным застойным увлажнением грунта, заросший влаголюбивой растительностью. Для болот характерен

процесс накопления неразложившихся растительных остатков и образования торфа. Болота распространены главным образом в Северном полушарии, особенно в равнинных районах, где развиты многолетнемерзлые грунты, и занимают площадь около 350 млн га.

В районах Западной Сибири, где расположены крупнейшие нефтяные месторождения страны, откуда берут начало нефтепроводы, глубина болот достигает 10–12 м.

Несущая способность таких грунтов составляет 10–100 кПа. Слабые грунты и болота на определенной глубине имеют плотный подстилающий грунт или даже скальное основание. В зависимости от глубины, на которой расположен подстилающий слой, определяется глубина болот, а в зависимости от глубины болот устанавливается способ закрепления опор.

Строительство линий электропередачи на торфяных и переувлажнённых болотах отличается от строительства в нормальных геолого-почвенных и климатических условиях рядом факторов. Важнейший из них – низкая несущая способность грунтов в летнее время, т. е. в период основного строительного сезона, что вызывает необходимость использования для строительства специальной высокопроходимой техники и устройства для ее прохождения специальных лежневых дорог или зимников. Кроме того, усложняются способы закрепления опор, методы раскатки и подвески проводов. Таким образом, для сооружения линий электропередачи в этих условиях требуется гораздо больше трудовых затрат при более коротком строительном сезоне.

Энергетики нашли выход в строительстве импровизированной дороги. Прямо на болоте укладывают специальные плиты из прочного пластика. По ним передвигается техника, которая устанавливает опоры для новой линии электропередачи. Модульно-дорожные плиты из пластика испытывали впервые в колымских условиях. Их перекладывают с места на место по мере продвижения бригад. На каждом участке, устанавливают по пять двойных опор. При строительстве воздушных линий на торфяных болотах с большой толщиной торфа и топях невозможно применение типовых фундаментов.

В качестве железобетонных фундаментных конструкций для установки опор воздушных линий применяются сборные грибовидные подножники с вертикальной или наклонной стойкой, различные составные фундаменты, сваи из напряженного и ненапряженного железобетона (рис. 1).

а б

Рис. 1. Типовые фундаменты для опор воздушных линий:
а – свайные; б – грибовидные подножники

Для увеличения несущей способности фундамента в слабых грунтах разработаны специальные опорные и подкладные плиты, ригели. В качестве фундаментной конструкции под оттяжки опор воздушных линий используются анкерные плиты. В одноцепных железобетонных и деревянных опорах воздушных линий до 35 кВ, в опорах линий связи широко применяются железобетонные трапецеидальные приставки.

Строительно-монтажные работы при строительстве линий электропередачи на болотах отличаются тем, что закреплять опоры в котлованы в этих условиях практически невозможно. Для этого используют сваи, ригели и лежни. Способы закрепления опор определяются проектной организацией в зависимости от характеристик болот и приводятся в проектах линий.

На болотах, как правило, закрепляются только промежуточные опоры. На болотах с толщиной торфа до 1,5 м опоры обычно закрепляются путем установки трех-четырех ригелей и засыпки песком. При толщине слоя торфа более 1,5–2,0 м железобетонные опоры целесообразно закреплять при помощи трех-четырех оттяжек, расположенных под углом 45° к вертикали. При возможности забивки свай такой способ позволяет исключить выполнение земляных работ.

Идея нашей опоры взята из журнала «Энергетика и электрификация». Серия: Строительство ЛЭП и подстанций.

Обход болот не всегда экономически целесообразен, поэтому мы предлагаем строить воздушные линии электропередач с помощью поверхностных фундаментов.

Предлагаем следующие фундаменты:

А) Фундамент для переувлажнённых (топяных) болот или фундамент на понтонах (см. рис. 2) может применяться на топяных болотах. Представляет собой металлоконструкцию в виде треножника, в центре которой свободно вставляется ствол опоры. Ствол опоры закрепляется оттяжками. Двойные цилиндрические пустотелые металлоконструкции держат опору на плаву и удерживают её от опрокидывания.

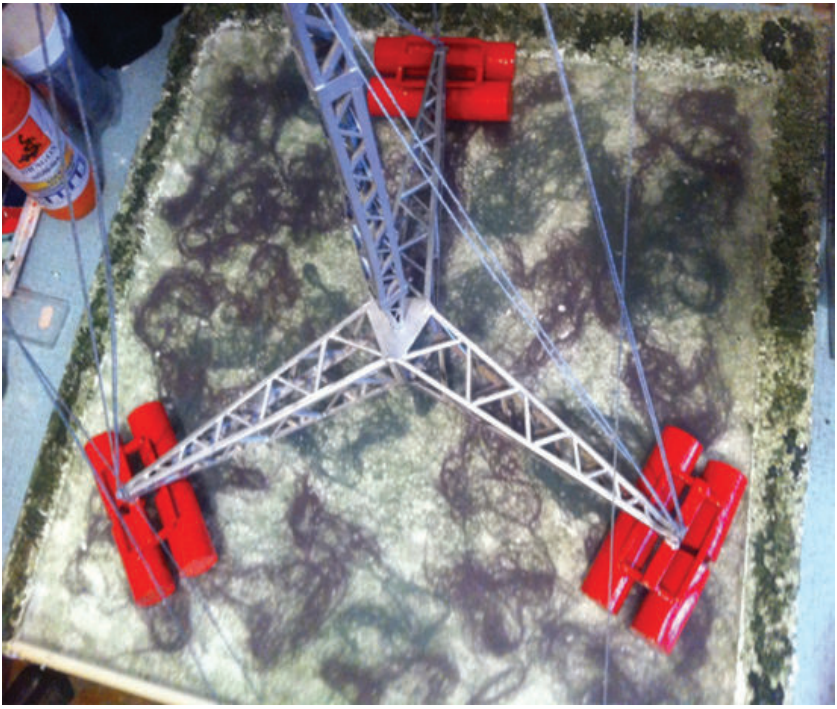

Рис. 2. Плавающие (понтонные) фундаменты

Б) Фундамент для торфяных болот (см. рис. 3). Поверхностный фундамент представляет собой металлоконструкцию в виде треножника, в центре которой свободно вставляется ствол опоры. Ствол опоры так же закрепляется оттяжками. Три боковых противовеса в виде плит удерживают опору от опрокидывания.

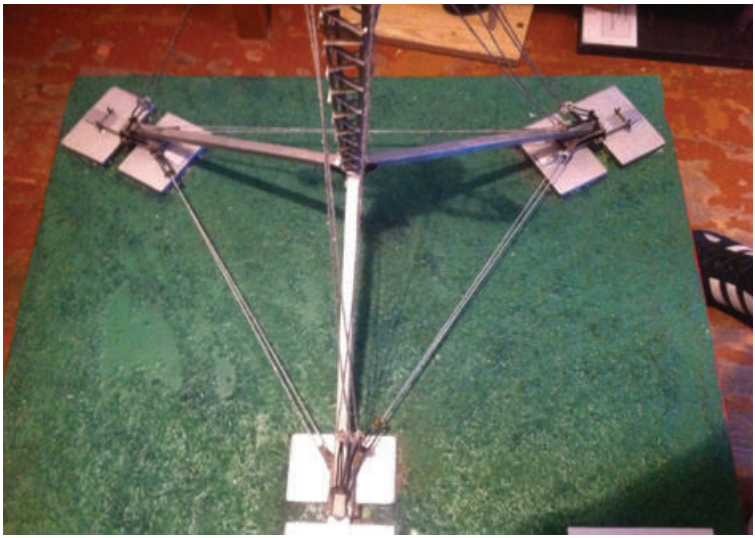

Рис. 3. Поверхностные фундаменты для сплошных торфяных болот

Область применения этих поверхностных фундаментов для воздушных линий позволяет устанавливать их в различных климатических и инженерно-геологических условиях, включая вечно мёрзлые грунты и торфяные, переувлажнённые болота.

В качестве поверхностных плит можно использовать типовые анкерные плиты ПА (см. рис. 4), применяемые для закрепления оттяжек на портальных опорах.

Рис. 4. Типовые анкерные плиты ПА

Преимущество этих фундаментов в том, что мы полностью откажемся от тяжёлых земляных работ, то есть сушки болот, уборки торфяного слоя, подготовки котлована под типовой фундамент в вечно – мёрзлом грунте. А так же мы будем наносить меньший вред природе. Эти фундаменты очень редко применяются в России, так, как требуют специального оборудования.

При строительстве воздушной линии электропередачи в заболоченной местности обход не целесообразен так, как это будет занимать много времени и себестоимость будет намного выше, чем строительство линии через болото.

Стоимость 1 км ВЛ с типовыми опорами П110-5 – 7300 тыс. руб.

Стоимость 15 км ВЛ с типовыми опорами П110-5 – 109 500 тыс. руб.

Стоимость опоры, предлагаемой нами, *от 250 000 руб.*

Анкерная плита *ПА 3-1 ТУ 34-12-11306-88 стоимость за 1 шт. от 39 000 руб. до 61 000 руб.*

Стоимость оттяжки *В61 за 1 шт. от 504 руб.*

Стоимость подвеса провода *за 1 м от 300 руб.*

Стоимость установки опоры *за 1 шт. от 8000 руб.*

Земляные работы не требуются.

Стоимость 1 км ВЛ с предлагаемыми опорами примерно – 8600 тыс. руб.

Стоимость 10 км ВЛ с предлагаемыми опорами – 86 000 тыс. руб.

Таким образом при сокращении длины трассы воздушной линии на 5 км линия с предлагаемыми опорами становится дешевле, чем ВЛ с типовыми опорами.

Описание устройства и принцип его действия. В приложении 1 представлен чертеж фундамента на понтонах для воздушных линий, на котором изображено пустотелая двойная конструкция в виде двух бочек, металлоконструкция в виде треножника.

Проблемы установки и технической поддержки этого фундамента и опоры состоит в том, что это трудно доступное место, в которое человеку очень сложно добраться, так же установка фундамента и опоры должна производится специальной техникой – вертолётом.

Линия электропередачи проектируется на металлических опорах. Проектируемый проект по технологическому процессу является безотходным производством и вредных выбросов в окружающую среду не будет. Однако, уровень электромагнитных полей в непосредственной близости от действующей воздушных линий не выше допустимых «Санитарными нормами и правилами защиты населения

от воздействий электрического поля». При сооружении объекта окружающей природной среде может быть нанесён ущерб в результате неправильного производства строительно-монтажных работ и эксплуатации строительной техники и санитарно-бытовых устройств. Направление трассы проектируемой воздушных линий выбрана с учётом требований землепользователей с нанесением минимального ущерба сельскому хозяйству, так как мы отказываемся от выполнения земляных работ.

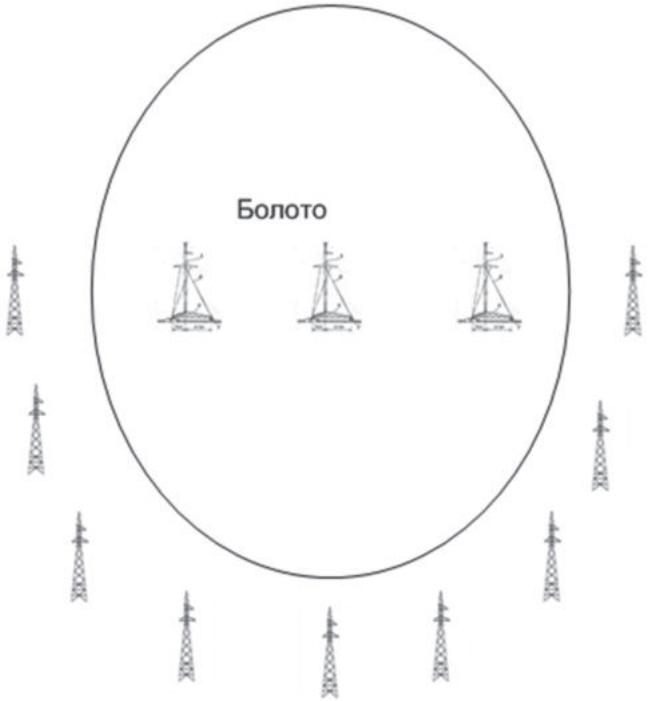

Рис. 5. Прохождение трассы ВЛ напрямую через болото(I вариант) и в обход болота (II вариант)

Таким образом, изучив литературу по данной теме, мы пришли к следующим выводам:

– при строительстве воздушной линии напрямую через болото сократятся затраты на материалы и конструкции для воздушной линий за счёт сокращения длины трассы ВЛ;

– одновременно мы откажемся от земляных работ, что не будет вредить природе;

– уменьшатся трудозатраты на основные виды работ по монтажу воздушных линий.

Мы считаем, что использование поверхностных фундаментов для линий электропередач позволит электрифицировать труднодоступные районы с меньшей себестоимостью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.12.2013. – М. : Кнорус, 2013. – 488 с.

2. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кв (НТП ВЛ) [Текст]: СТО 56947007- 29.240.55.192-2014. – М.: ОАО ФСК ЕЭС, 2014. – 72 с.

3. ЕНиР: Единые нормы и расценки: Сборник Е 23: Электромонтажные работы: Вып.3: Воздушные линии электропередачи и строительные конструкции ОРУ напряжением 35 кВ и выше. – М.: Стройиздат, 1988.

4. Строительные нормы и правила СНиП 2.01.07-85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия [Текст]. – Взамен СНиП II-6-74; введ. 1987–01–01. – М. : Госстрой РФ, 1987. – 52 с.

5. Иванова Т.Н. Конструкции воздущных линий электропередачи и типовые расчёты. Учебное пособие. – М.: МЭИ 2018. – 313 с.

6. Бедов А.И. Инженерные сооружения башенного типа, технологические эстакады и опоры линий электропередачи: учебное пособие / А.И. Бедов. – М. : МГСУ, 2017. – 328 с.

Электронные ресурсы:

1. Группа компаний ЭЛСИ. Каталог опор: портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.elsi.ru. Дата обращения: 19.11.2021.

2. Правила и Нормы, Руководящие документы и материалы (РД) используемые на объектах электроэнергетики, при эксплуатации электроустановок и электрооборудования. ПУЭ, ПТЭЭ, ПТБ, МПОТ, правила эксплуатации электроустановок, нормы испытаний электрооборудования, нормы электроснабжения: портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.electrocentr.info/down/. Дата обращения: 19.11.2021.

ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ (победитель 1 степени)

А.В. Арбузова
Руководитель – А.Е. Гордиенко

Частное профессиональное образовательное учреждение «Кавминводский энергетический техникум»

С темой «сопротивление проводников» мы сталкиваемся еще в школьном курсе физики. Для нашей специальности это одна из самых важных тем, так как она тесно связана с электричеством, и сопротивление играет большую роль в этом. Теперь конкретнее о том, почему сопротивление так важно.

Одним из главных законов электротехники, который применяется для изучения и расчета процессов в электрических цепях, является закон Ома, устанавливающий соотношение между током, напряжением и сопротивлением. Очень важно четко понимать его сущность и уметь правильно пользоваться им при решении различных задач на практике. Довольно часто в электротехнике встречаются неприятные ошибки из-за неумения правильно применить закон Ома.

Проект, который я выполняю служит дополнением к основному школьному курсу физики, и посвящен он закону Ома и температурному коэффициенту. Выбор темы не случаен, основным поводом послужило, что на практике при использовании ламп накаливания в цепи, при увеличении напряжения на лампе, например, в два раза не приводит к увеличению тока в два раза, как мы уже знаем, данное условие противоречит выполняемости закона Ома. Значит, чтобы это объяснить нам нужно углубиться в изучение процесса электропередачи. Хотим заметить, в школьном курсе физики данному моменту не уделено должного внимания.

Цель проекта: объяснить зависимость сопротивления проводников от температуры при помощи изучения теоретического материала и проведении эксперимента.

Задачи проекта:

1. Изучить учебную и научную литературу по данной теме;

2. Выяснить значение термина «сопротивление» в его различных трактовках, сравнить их и вывести свою;

3. Найти историю изучения сопротивления проводников и его зависимости от температуры;

4. Провести эксперимент и сделать выводы о зависимости сопротивления от температуры.

Методы исследования: системный анализ, чтение литературы, систематизация, анализ, наблюдение.

Рассмотрим три формулировки понятия «сопротивление проводников».

Сопротивление (электрическое сопротивление) – это свойство какого-либо проводника оказывать сопротивление электрическому току, проходящему через него (интернет1).

Сопротивление – это свойство среды или тела, которое способствует превращению электрической энергии в тепловую, в то время, когда по нему проходит электрический ток (интернет2).

Электрическое сопротивление – это способность элемента электрической цепи противодействовать в той или иной степени прохождению по нему электрического тока [Алиев электротехника].

Таким образом изучив и сравнив данные формулировки получим что сопротивление – это способность материала противодействовать прохождению тока по нему.

Так же от материала провода зависит его восприимчивость к температурным скачкам. Именно поэтому важно рассчитать длину и толщину провода, а также характеристики различных материалов.

Проводник – это чисто пассивная составная часть электрической цепи, отмечали первые исследователи.

Такой взгляд на вещи объясняет нам, почему ученые, по крайней мере до 1840 г., почти не проявляли интереса к тем немногим работам, которые проводились в этом направлении. На втором съезде итальянских ученых, состоявшемся в Турине в 1840 г. (первый собирался в Пизе в 1839 г.), выступая в прениях по докладу, представленному Марианини, Де ла Рив утверждал, что проводимость большинства жидкостей не является абсолютной, «а скорее относительной и изменяется с изменением силы тока». А ведь закон Ома был опубликован за 15 лет до этого!

Среди тех немногих ученых, которые первыми стали заниматься вопросом проводимости проводников после изобретения гальванометра, был Стефано Марианини (1790–1866). К своему открытию он пришел случайно, изучая напряжение батарей. Он заметил, что

с увеличением числа элементов вольтова столба электромагнитное воздействие на стрелку не увеличивается заметным образом. Это заставило Марианини сразу же подумать, что каждый вольтов элемент представляет собой препятствие для прохождения тока. Он делал опыты с парами «активными» и «неактивными» (т. е. состоящими из двух медных пластинок, разделенных влажной прокладкой) и опытным путем нашел отношение, в котором современный читатель узнает частный случай закона Ома, когда сопротивление внешней цепи не принимается во внимание, как это и было в опыте Марианини.

Георг Симон Ом (1789–1854) признавал заслуги Марианини, хотя его труды и не оказали Ому непосредственной помощи в работе. Ом вдохновлялся в своих исследованиях работой «La theorie analytique de la ehaleur» («Аналитическая теория тепла», Париж, 1822 г.) Жана Батиста Фурье (1768–1830) – одной из самых значительных научных работ всех времен, очень быстро получившей известность и высокую оценку среди математиков и физиков того времени. Ому пришла мысль, что механизм «теплового потока», о котором говорит Фурье, можно уподобить электрическому току в проводнике. И подобно тому как в теории Фурье тепловой поток между двумя телами или между двумя точками одного и того же тела объясняется разницей температур, точно так же Ом объясняет разницей «электроскопических сил» в двух точках проводника возникновение электрического тока между ними.

Сопротивление металлического проводника зависит от температуры.

При повышении температуры вероятность столкновения электронов с колеблющимися ионами кристаллической решётки увеличивается, так как с ростом температуры увеличивается амплитуда их колебаний. Сталкиваясь с ионами, электроны теряют скорость направленного движения и передают энергию ионам кристаллической решётки, вследствие этого металл нагревается.

Эксперименты показывают, что удельное сопротивление проводника зависит от температуры по линейному закону:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T),$$

где ρ_0 – удельное сопротивление при 0 °C; α – температурный коэффициент сопротивления, зависящий от свойств проводника.

Цель эксперимента: установить характер зависимости сопротивления проводника от температуры, определить сопротивление проводника при температуре 0 °C и его температурный коэффициент сопротивления.

Задачи:

1. Изучить зависимость сопротивления о температуры опытным путем;

2. Пронаблюдать все возможные явления и изменения, сделать расчёты если это потребуется.

3. Проанализировать проделанную работу.

Приборы и принадлежности: автотрансформатор, амперметр, вольтметр, электролампа (спираль лампы – исследуемый проводник).

Описание установки и метода измерений

Установка содержит указанные выше приборы. Объектом исследования является спираль лампы накаливания, питание которой обеспечивается от сети переменного тока. Температура спирали оценивается по графику: температура – сила тока, идущего по спирали (при построении графика высокие температуры спирали определялись с помощью оптического пирометра). Сопротивление спирали определяется методом «амперметр – вольтметр». Изменение силы тока, текущего по спирали, осуществляется с помощью ЛАТРа (лабораторного автотрансформатора). Вольтметр служит для измерения падения напряжения на спирали при разных температурах.

Порядок проведения эксперимента:

1. Ознакомиться с приборами, предложенными для выполнения работы.

2. Собрать электрическую цепь. Пунктиром отмечена панель, на которой установлена лампочка Л (см приложение).

3. Измерить величину силы тока I и соответствующее напряжение U на лампочке, замкнув ключ K (тумблер на панели). Изменяя ЛАТРом силу тока, идущего через спираль, сделать не менее 7 измерений, начиная с $I \approx 10$ мА и шагом ≈ 10 мА.

В результате проделанной работы я изучила температурную зависимость проводника, определила значение температурного коэффициента металла и величину энергии активации полупроводника.

Целью данной работы являлось оптимально изучить закон Ома для участка цепи с точки зрения нагревания проводников. Опытным путем удалось выявить, что термическая нестабильность может существенно повлиять на сопротивление проводников, а свою очередь на конечный результат. Исследование также выявило, что существуют сплавы, которые мало подвержены изменению своего сопротивления (используются в точных приборах). Были сделаны выводы, что лампы накаливания имеют нелинейную вольт-амперную характеристику, поэтому не могут использоваться для демонстрации линейной (закон Ома) зависимости тока от напряжения.

Работу в целом можно рассматривать как определенный этап на пути развития, пригодного для учебных целей. Полученные в ней результаты могут оказаться полезными для продолжения исследований и конструирования в деле познания законов электричества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы: учебное пособие для среднего профессионального образования / И.И. Алиев. – М: Юрайт, 2021. – 291 с.

2. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. – М.-СПб.: Физматлит Невский диалект, 2001.

3. PermEhnergosbyt-lichnyj-kabinet.ru.

4. Мякишев Г.Я. Учебник физика 10 класс: базовый уровень / Г.Я. Мякишев. – М.: Просвящение, 2016. – 96 с.

5. Физика. Электродинамика. 10–11 классы. Учебник для углублённого изучения физики / Г.Я. Мякишев. – М.: Дрофа, 2002.

6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 3. Электричество. – М.: Физматлит МФТИ, 2002.

7. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из теории упругости и теории сооружений / С.П. Тимошенко. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. – 120с.

8. ruselectronic.com/soprotivljenije/

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ КЛЕТКИ И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ (победитель 1 степени)

К.А. Дрогалин
Руководитель – А.Е. Гордиенко

Частное профессиональное образовательное учреждение «Кавминводский энергетический техникум»

Электричество и в частности электрические и электромагнитные поля, как естественные, так и искусственные оказывают влияние не только на материалы, тела и предметы, но и на живые организмы. Ведь живое также состоит из микроскопических «деталей», коими являются молекулы, а те в свою очередь включают в себя атомы, содержащие положительные и отрицательные заряженные частицы. А если имеют место быть активные воздействия электрических полей на эти частицы, то и весь организм автоматически получает это влияние.

Изучая литературу по данному вопросу, я узнал, профессору П.П. Гуляеву с помощью высокочувствительной аппаратуры удалось установить, что слабое биоэлектрическое поле окружает любое живое и ещё точно известно: каждая живая клетка имеет свою собственную электростанцию. И клеточные потенциалы не так уж малы. Например, у некоторых водорослей они достигают 0,15 В.

Уже сегодня можно утверждать: изучение электрической жизни растений несёт пользу сельскому хозяйству. Ещё И.В. Мичурин проводил опыты по влиянию электрического тока на прорастание гибридных сеянцев.

Предпосевная обработка семян – важнейший элемент агротехники, позволяющий повышать их всхожесть, а в конечном итоге – урожайность растений. А это особенно важно в условиях нашего не очень длинного и тёплого лета.

Сначала проанализируем понятие электрический ток. Электрический ток – представляет собой направленное перемещение носителей заряда: электронов или ионов [2].

Электрический ток – это движение заряженных частиц в определённом направлении. Происходит подобное явление под влиянием поля [3].

Электрический ток – означает высвобождаемую при движении потока заряженных частиц энергию, источником которой служит аккумуляторная батарея или генератор, потребителем – подключенные к электрической сети приборы и оборудование [5].

С помощью электрического тока можно увеличить разность потенциалов клеточной мембраны, а также увеличить проводимость через межклеточные контакты, тем самым ускорить транспорт ионов. Под воздействием электрического тока, ускорится симпластный транспорт ассимилянтов (– передвижение веществ из одной клетки в другую внутри цитоплазмы по плазмодесмам без выхода на поверхность клеток и, следовательно, без формирования наружной мембраны) через межклеточные контакты, а также ионный транспорт через клеточную мембрану благодаря открытию дополнительных ионных каналов. Вследствие чего ускорится обмен веществ в растениях, начнется быстрое поступление ионов: натрия, кальция, калия, хлора (Na^{+}, Ca^{+2}, K^{+}, Cl^{-}) и других заряженных молекул. Благодаря быстрому обмену веществ, растение будет расти быстрее и качество и рост урожая увеличится.

Натрий вызывает гидратацию протоплазмы и участвует вместе с другими солями в создании осмотического потенциала клетки. Галофиты, накапливающие большие количества натрия в клеточном соке, имеют высокий осмотический потенциал и могут поглощать воду из засоленных почв.

Кальций влияет на плазменные коллоиды, дегидратируя их и увеличивая вязкость протоплазмы. Способность кальция влиять на физико-химические свойства протоплазмы, ее вязкость и проницаемость – одно из важнейших его свойств.

Кальций благоприятно влияет на структуру почвы, улучшая ее воздушный и водный режимы. Ионы кальция влияют на поступление в растения микроэлементов: бора, марганца и молибдена. Кальций нейтрализует вредное действие водорода на кислых почвах, устраняя токсическое действие аммонийных солей. Калий оказывает большое влияние на структурное состояние протоплазмы, повышает ее дисперсность и увеличивает гидратацию коллоидов. Большее количество калия содержится в растении в ионной форме, поэтому его почти полностью можно извлечь водой из тканей растения. Калий принимает участие в процессе фотосинтеза и в превращении углеводов, активируя ферменты, участвующие в превращении углеводов, и способствует

их оттоку из листа. Он ускоряет также работу протеолитических ферментов, т. е. катализирует синтез и распад белковых веществ.

Находясь в клеточном соке, калий влияет на величину осмотического потенциала клетки. При недостатке его понижается устойчивость растения в засухе Хлор. Согласно исследованиям, ничтожные количества хлора необходимы всем растениям. Хлор входит в состав фермента карбоксилазы. Ион хлора влияет на поступление других анионов, в частности иона PO_4. Соли, содержащие хлор, являются физиологически кислыми и поэтому могут способствовать мобилизации фосфорной кислоты из фосфоритов, а также участвовать в создании осмотического потенциала клеточного сока.

Под воздействием электрического тока увеличится разность потенциалов клеточной мембраны, то есть заряд внешней стороны мембраны станет более электроотрицателен по отношению к внутренней стороне. Из-за этого за счёт диффузии по электрическому градиенту зарядов, по ионным каналам в клетку будет проходить больше ионов [1].

Электротравма – это комплекс повреждений, возникающих вследствие поражения техническим или природным электричеством. Электротравма – относительно редкое повреждение, составляющее не более 1–2,5 % от общего количества травм. Отличительными особенностями электротравмы являются нарушения деятельности всех органов и систем, обусловленные трансформацией электрической энергии в тепловую (нагреванием), механическим воздействием и электролизом. Отмечается высокий процент летальности (5–16 %) и высокая вероятность развития разнообразных осложнений как сразу после электротравмы, так и в отдаленном периоде. Чаще является следствием производственной травмы, хотя может встречаться и в быту. Обычно сопровождается появлением меток тока (электроожогов). Может проявляться нарушениями сознания и общего состояния, аритмией, тахикардией, колебаниями АД, признаками дыхательной недостаточности. У некоторых больных выявляются переломы вследствие резкого сокращения мышц. Диагноз электротравмы выставляют на основании анамнеза, клинических признаков, КТ, рентгенографии, ЭКГ, ЭхоЭГ и других исследований. Лечение консервативное: инфузионная терапия, перевязки. При электротравме могут возникать ожоги различной степени тяжести.

В отдаленном периоде возможно образование грубых рубцов. После тяжелых электротравм наблюдаются нарушения ритма,

гипертония и дистрофические изменения миокарда. При поражении области прохождения нервов могут возникать периферические невриты. Увеличивается вероятность развития энцефалопатии, инсульта, инфаркта, нарушений со стороны мочеполовой системы и желудочно-кишечного тракта. Иногда после электротравмы страдают органы слуха и зрения [7].

Ожог электрическим током на кожном покрове образуется вследствие входа в тело электрического заряда, которое превращается в тепловую энергию. По этой причине покраснение сильно напоминает обычный ожог после соприкосновения с огнём.

Сила повреждения зависит от времени воздействия, а также напряжения. Основной симптом после поражения электрическим током – возникновения красных точек в местах соприкосновения с электричеством.

Разряд с напряжением в 230 Вольт опасен из-за переменного тока: в результате мышцы сокращаются, возникают спазмы, и человек не в состоянии отойти от очага поражения.

Более сильное напряжение будет отталкивать от себя пострадавшего. Ток с напряжением в 220 Вольт способен вызвать поражение 3 и 4 степени. В результате кожа потемнеет.

Имеются четыре степени поражения электрическим током. Каждая из них отличается степенью поражения тканей человеческого организма.

Ожог первой степени поражает верхнюю часть кожи, образуя слабый отёк и гипертермические приступы. Эта степень наиболее безопасна и влечет благоприятный исход. Лечением заниматься можно даже в домашних условиях.

При второй степени поражается, кожа поражается глубже – до росткового слоя. В месте удара током можно заметить волдыри с жидкостью внутри (нежелательно прокалывать их). При получении второй степени человек ощущает сильную боль после разряда тока. Если очаг покраснение небольшой, то лечением можно заняться самостоятельно.

При поражении третьей степени внутренние слои кожи отмирают, появляются волдыри с кровяными выделениями – со временем они начинают лопаться. В месте удара током (среднего) кожа покраснеет, а если травма очень сильная, то дерма станет тёмной. Это свидетельствует об омертвение поражённого слоя. В таком случае клетки не смогут самостоятельно регенерировать.

Четвёртая степень – самая опасная. Повреждается не только кожа, но и мышечные волокна, кости. Первую помощь необходимо оказывать только грамотному врачу. В этом случае придётся пересаживать эпидермис [6].

Электрические токи в физиотерапии – лечение электрическими токами в физиотерапии является распространенным и эффективным методом лечения различных заболеваний. Также электрические токи назначаются в качестве профилактических или реабилитационных процедур. Рассмотрим основные виды лечения электрическими токами в физиотерапии, их особенности и показания в каждом отдельном случае.

Воздействие электрических токов на организм начали изучать еще очень давно. Правильное проведение электротерапии дает возможность обеспечить нормализацию кровообращения, снижение артериального давления, улучшить подвижность суставов, снизить отрицательное воздействие аллергенов и так далее.

Электротерапия помогает лечить болезни мышц и суставов. При процедуре используются волны электромагнитного излучения, которые выделяют тепло. Высокочастотные электрические токи могут использоваться с другими видами физической терапии. Для уменьшения воспаления и облегчения боли. Правильное применение электрических токов может увеличить кровоток и расслабить мышцы на больших участках тела. Электрические токи можно вводить через переносную машину с электродами или катушками.

Как уже говорилось ранее, электрические токи различаются между собой и делятся на разные категории. Рассмотрим основные – это УВЧ, ДДТ и СМТ [4].

СМТ может изменить скорость метаболизма пациента и активировать ферменты в организме для выздоровления. Каждый сеанс продолжается около получаса. При этом температура корректируется, в зависимости от области лечения.

Перед проведением любых видов физиотерапии необходимо не только отталкиваться от мнения специалиста, но и постоянно следить за реакцией собственного организма. По ощущениям можно определить, насколько тот или иной метод подходит индивидуально вам и справляется с поставленной перед физиотерапевтом задачей на текущий момент.

В значительном большинстве случаев пользуются методом активного электрода, который даёт возможность концентрировать линии тока в очаге заболевания. Если соответствующим образом подобрать размеры электродов, то можно легко добиться, чтобы тепловой эффект проявлялся почти исключительно под меньшим, активным, электродом. Больший электрод можно в таком случае считать индифферентным [4].

Как правило, при диадинамотерапии применяется стабильный метод наложения электродов. Очень важно с точки зрения лечебного эффекта, чтобы органы или ткани, подвергаемые действию диадинамотерапии, находились при отпуске процедуры в межэлектродном пространстве. Это лучше всего достигается поперечно-прямым методом наложения электродов. При чем последние должны быть расположены по возможности параллельно друг другу. Лишь в тех случаях, когда применение этого метода невозможно, приходится пользоваться поперечно-диагональным или даже продольным методом с несомненно меньшим лечебным эффектом [4].

На организм оказывается воздействие высокочастотного электромагнитного поля для устранения различных симптомов и лечения заболеваний. УВЧ применяется в случае острых воспалительных процессов всех органов, при заболеваниях нервной системы, для реабилитации после тяжелых травм, для лечения [4].

Выращивание овощей и фруктов в закрытых теплицах позволило избежать в мире глобального голода. Подобные явления уже неактуальны именно благодаря точному контролю параметров. Современные цветоводы не зависят от сезона, именно поэтому можно дарить букеты в любое время года, а также есть свежие помидоры, когда на улице бушует метель и трещат сильнейшие морозы. Необходимо купить фитолампы, чтобы достичь такого эффекта. Они имеют большое количество модификаций, но каждая из них позволяет полностью имитировать солнечные лучи. Всё быстро поспевает благодаря практически круглосуточной подсветке. Это отличное решение для любителей кактусов. Можно добиться цветения практически любого экземпляра [8].

Химическая промышленность. Реакции электролиза, постоянное осаждение и прочие взаимодействия между веществами проходят исключительно в присутствии высокого напряжения. Все любят обладать красивыми хромированными или никелированными предметами, но здесь также участвует электричество. Процедуры химической очистки, разделения и соединения делают в присутствии пары

электродов. Подогрев субстанция производится мощнейшими ТЭН, позволяющими контролировать процесс с минимальной погрешностью.

Известен способ повышения урожайности и снижения сроков вегетации за счёт пропускания электрического тока через корневую зону растений. Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является известный способ повышения урожайности и снижения сроков вегетации растений путем воздействия на корневую зону растений посредством пропускания тока от двух заглублённых в почву электродов.Однако известный способ недостаточно эффективен, т. к. обеспечивает малое значение токов и напряжений, действующих на корневую зону растений.

Это решается за счёт того, что в почву к корневой зоне растений заглубляют электроды, соединяют их с фотоэлектрическим преобразователем солнечной энергии и осуществляют между электродами процесс электролиза содержащихся в почве минеральных солей, скорость протекания которого поддерживают прямо пропорционально интенсивности фотосинтеза, при этом воздействие на почву в корневой зоне растений постоянным электрическим током можно сочетать с внесением в почву удобрений, причём между заглублёнными в почву в корневой зоне растений электродами могут поддерживать разность потенциала, равную 3–15 В на погонный метр почвы.

В корневую зону проросшего растения 1 на расстоянии 2–3 см от стебля устанавливают соединённые проводами 2 с источником постоянного тока 3 два медных электрода 4. Источник постоянного тока выполнен в виде фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии, который представляет собой компактную, кремниевую солнечную батарею, преобразующую поток солнечной радиации в постоянный электрический ток.

Под воздействием электрического тока происходит электролиз минеральных солей с выделением катионов металлов, которые, перемещаясь в сторону анода, усваиваются корневой системой, такой же процесс происходит с катионами меди, выделяющимися из катода.

Использование фотоэлектрического преобразователя для этой цели позволяет получить наибольшую эффективность, т. к. плотность тока при электролизе является функцией солнечной активности.

Для эксперимента понадобится: провода, кремниевую солнечную батарею, 2 медных пластинок, семена патиссона.

В качестве примера можно привести процесс разложения азотнокислого калия, происходящий в почве.

Уравнение электролиза:

$$KNO_3 \xrightarrow{\text{электролиз}} K_2 + \frac{1}{2}O_2 + N_2O_5.$$

Таким образом, в результате электролиза, происходящего в почве в корневой зоне растений, конечные продукты этой реакции содержат только необходимые для питания растения вещества: катионы калия для усиления синтеза сахаров и белковых веществ, кислород для дыхания клеток корневой зоны и окислы азота, анионы для формирования основных компонентов растения белка и хлорофилла.

Семена патиссона рассаживали квадратно-гнездовым способом на расстоянии 0,5 м друг от друга. После прорастания семян у одного растения, расположенного в центре посева, рядом с корневой зоной на расстоянии 2–3 см от стебля установили два электрода 4 в виде медных пластинок размером 1×3 см (анод и катод) и подсоединили их к солнечной фотоэлектрической батарее 3, расположенной на штанге в непосредственной близости от этого растения. Через месяц после посадки растений контрольные растения имели 3 листа небольшого размера(12×20), а опытное растение 6 листов размер листьев стал больше(22×40 см).

Через 7 недель после посадки растений у контрольных растений образовались соцветия, а опытное растение уже имело два плода диаметром 12 см, что свидетельствует о высокой эффективности способа и устройства.

В процессе функционирования напряжение на клеммах батареи составило 0,3–0,8 В, а сила тока 5–15 мА. По результатам эксперимента можно понять, что электрический ток увеличил количество листов в 2 раза и их размер.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мубинова, Э.С. Воздействие электрического тока на растительные клетки / Э.С. Мубинова, И.В. Котова. – Текст: непосредственный // Юный ученый. – 2020. – № 2 (32). – С. 57–59. – URL: https://moluch.ru/young/archive/32/1870/ (дата обращения: 11.04.2021).

2. Мусин Ю.Р. Физика электричество и магнетизм. – 2021. – 121 с.

3. https://electroinfo.net/teorija/chto-takoe-jelektricheskij-tok-vidy-i-uslovija-ego-sushhestvovanija.html#:~:text=Электрический%20ток%20–%20это%20движение,ионы%2C%20передвигающиеся%20в%20электролитной%20среде.

4. https://doktorkarasenko.ru/fizioterapiya/jelektricheskie-toki-v-fizioterapii.html.

5. https://amperof.ru/teoriya/elektricheskij-tok-eto.html.

6. https://nettravm.ru/elektricheskij-ozhog-01.

7. https://www.krasotaimedicina.ru/diseases/traumatology/electrotrauma.

8. https://oxotnadzor.ru/primeneniye-elektricheskogo-toka-v-sovremennom-mire/.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (победитель 2 степени)

Р.М. Рабаданов
Руководитель – А.Е. Гордиенко

Альтернативная энергетика – совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования при, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде.

Для того, чтобы человечество существовало и стремительно развивалось, необходимо постоянно улучшать способы получения энергии. Поиск новых источников энергии и развитие альтернативных способов получения энергии – это основная приоритетная задача человечества в новом тысячелетии.

Энергетика – основа любых процессов во всех отраслях народного хозяйства, главное условие создания материальных благ и повышения уровня жизни людей. Энергетика сегодня является важнейшей движущей силой мирового экономического прогресса, и от её состояния напрямую зависит благополучие миллиардов жителей планеты. Неуклонный рост численности людей приводит к увеличению потребления энергии. И, если не развивать альтернативную энергетику, то это может привести к энергетическому кризису, так как с каждым днем все больше истощаются запасы природных

ресурсов *(уголь, газ, нефть),* необходимых для работы традиционной энергетики.

В результате деятельности традиционной энергетики происходит отрицательное воздействие на атмосферу, литосферу и гидросферу, что увеличивает вероятность возникновения экологической катастрофы. Например, при сгорании органического топлива происходит образования различных вредных продуктов, загрязняющих окружающую среду, а при чрезмерном использовании воды постоянно меняется уровень воды, что может привести к катастрофическому наводнению или к засухе.

Цель: изучить альтернативные, нетрадиционные способы получения энергии.

Задачи:

1) Найти подходящую информацию и проанализировать её.

2) Выяснить, что такое альтернативные источники энергии.

3) Изучить существующие способы получения энергии.

4) Изучить историю развития альтернативных источников энергии.

5) Изучить принципы получения и применения энергии.

6) Выявить преимущества и недостатки каждого способа с разных точек зрения.

7) Сделать вывод о том, какой виды наиболее выгодны и приемлемы для человека.

8) Предложить необычные способы получения энергии.

Объект исследования: источники энергии.

Предмет исследования: альтернативные источники энергетики.

Альтернативные источники энергии – это приборы, способы, устройства, или сооружения, позволяющие получать электрическую энергию (или другой требуемый вид энергии) и заменяющие собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле.

К таким источникам энергии относят: энергию Солнца, ветра, тепла Земли, энергию морей и океана, биомассу, новые виды жидкого и газообразного топлива, представленные синтетической нефтью на основе угля, органической составляющей горючих сланцев и битуминозных пород, а также некоторые виды топливных спиртов и водород.

Многие из нетрадиционных источников энергии являются сложными энергоресурсами, компоненты которых позволяют получать и нетопливную продукцию, широко применяемую в химии, строительной индустрии, сельском хозяйстве, металлургии и т. д.

Основное преимущество альтернативных источников энергии является неисчерпаемость и экологическая чистота. Их использование не изменяет экологический баланс планеты. Такие источники энергии играют значительную роль в решении трех глобальных проблем, стоящих перед человечеством: энергетики, экологии, продовольствия.

Солнце является основным источником всех видов энергии, которыми человек имеет в своем распоряжении. Этот резервуар неисчерпаем. Достаточно сказать, что в течение $1{,}1\times10^9$ лет Солнце израсходует всего лишь около 2 % аккумулированной в нём энергии.

Наша Земля, находясь в среднем на расстоянии 149 млн.км от Солнца, не получает и половины одной миллионной доли потока энергии излучаемой Солнцем. Кроме того, в среднем около 40 % этой падающей энергии отражается на границе земной атмосферы обратно в межзвездное пространство. Тем не менее общее количество лучистой энергии, достигающее поверхности Земли в области суши, составляет за год $9{,}5\times10^{17}$ кВт/ч. Это огромное количество энергии, непрерывно приходящее на поверхность Земли от Солнца в течение года, в 32 000 раз больше той энергии, которая поступает за это время в мировую энергетическую систему от разных источников энергии, таких, как минеральное топливо, гидроэнергия и пр.

Пращурами, отцами солнечной энергетики на нашей планете следует считать французского физика Александра Эдмона Беккереля, электрика-изобретателя из Нью-Йорка Чарльза Фриттса, а также знаменитого Альберта Эйнштейна, обладателя Нобелевской премии. Первый, ещё в 1839 году заметил фотоэффект, представляющий собой излучение электронов под воздействием солнечного света. Второй, 44 года спустя, создал первый солнечный модуль – покрытый тонким слоем золота селен. КПД этой первой солнечной батареи был весьма низок – около 1 %. Но это был первый шаг. В 1905 году Эйнштейн получает Нобелевскую премию как раз за доработку идей Беккереля. В 30-х годах прошлого века отечественные учёные под руководством академика А.Ф. Иоффе создали первые солнечные сернисто-таллиевые элементы. КПД их тоже был низок. Однако работы над солнечными батареями продолжились. В начале 50-х годов XX века, в США, в лаборатории компании Bell Telephone, Джеральд Пирсон со товарищи установил, что кремний с определённым покрытием заметно более чувствителен к солнечному свету, чем селен.

В итоге была создана солнечная ячейка-батарея с КПД около 6% – началась эра развития солнечных батарей.

В 1957 году в СССР был запущен первый искусственный спутник с применением фотогальванических элементов, а в 1958 г. США произвели запуск искусственного спутника Explorer-1 с солнечными панелями. С 1958 года кремниевые солнечные батареи стали основным источником энергии для космических кораблей и орбитальных станций. Во время нефтяного кризиса 1973–1974 гг. сразу несколько стран запустили программы по использованию фотоэлементов, что привело к установке и опробованию свыше 3100 фотоэлектрических систем только в Соединенных Штатах. Многие из них до сих пор находятся в эксплуатации.

Очередной всплеск интереса к солнечной энергетике пришелся на нефтяной кризис 1973–1974 годов, когда многие страны лихорадочно бросились искать альтернативные источники энергии. Только в США за это время было установлено более 3000 фотоэлектрических систем. Производились солнечные часы и калькуляторы, строились дома, использующие исключительно энергию солнца.

Первая попытка производства солнечной энергии в промышленных масштабах была предпринята в США, где в 1981 году заработала гелиотермальная электростанция в пустыне Мохаве. Ее площадь составляла 83 тысячи квадратных метров, а мощность – 10 МВт. Удачный опыт ее использования способствовал дальнейшему развитию солнечной энергетики

Огромный вклад в развитие отрасли внесла группа советских ученых под руководством Жореса Алфёрова. В 1970 году она представила первую высокоэффективную солнечную батарею с применением галлия и мышьяка. Воспользовавшись этой идеей, Applied Solar Energy Corporation (ASEC) в 1988 году выпустила батарею с КПД 17%. Большая часть современных батарей, к примеру, имеет коэффициент полезного действия около 20%. Правда, и это уже не предел. В 2011 году компания Boeing наладила выпуск солнечных панелей с КПД 39,2%.

Пионером отечественной солнечной энергетики стала СЭС. (Солнечная электростанция)Она появилась близ крымского города Щелкино, запущена в эксплуатацию в 1985 году. Работала станция по гелиотермальному принципу, а ее мощность составляла 5 МВт. Планировалось, что СЭС станет резервным источником электричества для Крымской АЭС. Впрочем, последняя так и не была достроена.

В последнее время солнечная энергетика развивается семимильными шагами. Если в 2000 году суммарная мощность фотоэлектрических установок в мире оценивалась в 1 ГВт, то в 2013-м она составляла уже 142 ГВт, увеличившись за один только год на 39 ГВт.

Существует два основных способа преобразования солнечной энергии:

- *фототермический;*
- *фотоэлектрический.*

В первом, простейшем, фототермическом, теплоноситель (чаще всего вода) нагревается в **солнечном коллекторе** (системе светопоглощающих труб) до высокой температуры и используется для отопления помещений. Коллектор устанавливают на крыше здания так, чтобы его освещенность в течение дня была наибольшей. Часть тепловой энергии аккумулируется: краткосрочно (на несколько дней) – тепловыми аккумуляторами, долгосрочно (на зимний период) – химическими.

Солнечный коллектор простой конструкции площадью 1 $м^2$ за день может нагреть 50–70 л воды до температуры 80–90 градусов по Цельсию. Использование солнечных коллекторов позволяет снабжать водой многие дома в южных районах России.

Во втором способе, фотоэлектрическом, используется прямое преобразование солнечного излучения в электрический ток с помощью полупроводниковых фотоэлементов – солнечных батарей. Этот способ наиболее перспективный для будущего.

Солнечные батареи (или фотоэлектрические модули) производят многих типов и размеров. Подразделяют на кремниевые и пленочные. Наиболее распространенные – это кремниевые фотоэлектрические модули мощностью 40–160 Вт при ярком солнце, так как в земной коре находится много кремния, что объясняет дешевизну и высокую производительность.

Панель преобразователя солнечных батарей состоит из двух тонких пластин из чистого кремния, сложенных вместе. На одну пластину наносят бор, а на вторую фосфор. В слоях, покрытых фосфором, возникают свободные электроны, а в покрытых бором – отсутствующие электроны. Под влиянием солнечного света электроны начинают движение частиц, и между ними возникает электрический ток. Чтобы снять ток с пластин их пропаивают тонкими полосками специально обработанной меди. Одной кремниевой пластины хватит

для зарядки маленького фонарика. Соответственно, чем больше площадь панели, тем больше энергии она вырабатывает.

Солнечные батареи массово применяются во многих отраслях за счет своей многофункциональности и простоте.

В современной архитектуре все чаще планируют строить дома с встроенными аккумуляторными источниками солнечной энергии. Солнечные батареи устанавливают на крышах зданий или на специальных опорах. Эти здания используют тихий, надежный и безопасный источник энергии – Солнце.

Многие мировые производители электроники и бытовых приборов уже начинают внедрять солнечные панели в свою продукцию. К примеру, каждый в своей жизни сталкивался с обычным калькулятором, работающим от солнечной энергии. Помимо этого, в современном мире существует масса полезных приборов, которые оснащены небольшой солнечной панелью. Это различные зарядные устройства для мобильных телефонов и аккумуляторов, фонарики, мобильные телефоны и так далее. Потенциал огромен и не имеет границ.

Весьма распространено применение солнечных батарей в качестве уличного освещения. Светильники, работающие на солнечных батареях, довольно часто применяются в качестве украшения к ландшафтному дизайну.

В космонавтике солнечные батареи играют существенную роль. Эти устройства являются автономными источниками электричества, снабжающие электроэнергией все системы и установки жизнеобеспечения космических станций, а также обеспечивают бесперебойную и четкую работу всей аппаратуры. Батареи одновременно питают электричеством оборудование и заряжают аккумуляторы, которые будут снабжать электроэнергией космические устройства в теневых участках орбиты.

Одна из важнейших отраслей использования энергии Солнца – автомобилестроение. В «зеленых» автомобилях в светлое время суток двигатели приводятся в движение за счет электричества, выработанного солнечным генератором, а в темное время – за счет заряженных аккумуляторов. Такой автомобиль может развивать значительную скорость – 135 км/ч. Сейчас в основном солнечные батареи применятся в гибридных автомобилях, к примеру, Toyota Prius.

Рассматривая излучения от солнца, как источник энергии, необходимо отметить, что эта энергия бесконечна. Это представляет собой большой плюс.

● *Повсеместность*. Запас солнечной энергетики, весьма огромен. Каждый день наша планета облучается около 120 тысячами ТВт света самой большой звезды. А это в 20 тысяч раз больше энергии, чем весь мир способен потреблять ежедневно.

● *Стабильность*. Энергетику солнца нельзя перерасходовать, она стабильна во все времена. И сейчас и для будущих поколений Солнце будет светить.

● *Доступность*. Энергию из солнечных лучей можно собирать и использовать каждый летний (и даже зимний) день, по всей поверхности Земли.

● *Безопасность для окружающей среды*. Экологическая чистота, принципиальный фактор в добывании энергии для человеческих нужд. Сравнивая затраты и воздействия на природу традиционных способов получения энергии, с получением энергии от Солнца, можно убедиться в небольшом воздействии на природу и атмосферу от производств, перевозки и установки солнечных батарей. Это бесспорно важнейшее мероприятие в направлении борьбы с глобальным потеплением.

● *Отсутствие шумов*. Из-за отсутствия движущихся узлов на самом ресурсе, выработка энергии происходит тихо.

● *Выгода*. Применение отдельного источника электроэнергии в частном доме, весьма экономично. Принципиально, что обслуживание панелей сводится к минимальным затратам, в году несколько раз следует очищать панели от загрязнений. Гарантия от производителя растягивается на 20–25 лет.

Негатива от солнечных батарей очень мало, однако иногда они могут показаться принципиальными. К примеру:

● *Нестабильность*. Солнечные батареи нестабильно работают в пасмурную погоду, или, когда выпадают осадки.

● *Высокая стоимость*. Стоимость батарей весьма высока, восстановление затрат растягивается надолго.

● Б*ольшая территория*. Для установки солнечных батарей требуются большие участки.

● *Затратность*. Солнечные установки способны скапливать только постоянный ток, для переменного же, потребуются еще установки.

● *Непостоянство*. Генерировать энергию возможно только в дневные часы, и соответственно для темного времени суток необходимо приобретать аккумуляторы.

● *Риск*. Есть мнение, что повсеместное применение солнечных панелей, теоретически способно изменить альбедо (свойство отражать солнечные лучи) нашей планеты, и способствовать изменению климата (но при нынешнем показателе потребления солнечной энергии, это весьма маловероятно).

Ветер – это направленное перемещение воздушных масс. Ветровую энергию можно рассматривать как одну из форм проявления солнечной энергии, потому что Солнце является тем первоисточником, который влияет на погодные явления на Земле. Ветер возникает из-за неравномерного нагрева Солнцем поверхности Земли. Поверхность воды и территории, закрытые облаками, нагреваются намного медленнее; соответственно, поверхность земли, доступная для солнечного излучения, нагревается быстрее. Воздух, находящийся над нагретой поверхностью, нагревается и поднимается вверх, создавая области пониженного давления. Воздух из областей повышенного давления перемещается в направлении областей низкого давления, тем самым создавая ветер.

Скорость ветра зависит от высоты над уровнем земли. Близко к земле ветер замедляется за счет трения о земную поверхность. Таким образом, ветры бывают сильнее на больших высотах по отношению к земле. На скорость ветра оказывают также значительное влияние географические условия и характер земной поверхности, включая различные природные и искусственные препятствия, такие, как холмы, а также деревья и здания.

Запас ветряной энергии практически неисчерпаем. Ее запасы на планете в сто с лишним раз больше, чем запасы гидроэнергии всех рек Земли. Общая мощность энергии ветра на земном шаре оценивается в $2{,}43 \cdot 10^{15}$ МВт.

Предположительно, первый механизм, который использовал энергию ветра, был простым устройством с вертикальной осью вращения лопастей, который использовался для размола зерна. Около 200 лет до н.э в Персии появились первые мельницы с горизонтальной осью вращения. Подобный примитивный тип ветряной мельницы применяется до наших дней во многих странах Средиземноморья.

Первое письменное описание устройства для выполнения механической работы при использовании ветра – работа Герона, который в 1 веке н.э. описал принцип работы ветряной мельницы.

В Средневековой Европе ветряные мельницы начали строиться после завершения крестоносцами Крестовых походов и их возвращению из Средней Азии.

В X столетии во многих городах Европы начинают строить ветряные мельницы с использованием гидродвигателя.

Уже XIV столетии по всей Европе начинается повсеместное использование ветряных мельниц для орошения полей в засушливых областях, для откачивания воды с земель, огражденных дамбами, а также для осушения болот и озер. Так, к примеру, в середине XIX столетии в Голландии уже использовалось для разных целей около 9 тыс. ветродвигателей.

В начале XX столетия резко возрос интерес к использованию энергии ветра для нужд промышленности и сельского хозяйства. В 1890 году в Королевстве Дания была построена первая ветряная электростанция, а к 1908 году из уже насчитывалось 72, установленной мощностью каждая от 5 до 25 кВт.

К началу XX столетия в Российской империи функционировало около 2,5 тысяч ветряных мельниц общей мощностью 1 млн кВт.

В 1931 году недалеко от Ялты была построена самая крупная на то время ветроэнергетическая установка общей мощностью около 100 кВт.

В период с 40-х по 70-е прошлого столетия предпринимались неудачные попытки использовать энергию ветра в крупномасштабной энергетике. Причиной этому было интенсивное строительство мощных тепловых гидро- и атомных электростанций, а также распределительных электросетей, обеспечивающих независимое от погодных условий энергоснабжение. Также способствовали невысокие цены на добываемую нефть.

Возрождение интереса к ветроэнергетике началось в 1970-х после нефтяного кризиса. Переломный период явно показал сильную зависимость множества стран и их отраслей экономики от импорта нефти, что стало причиной поиска возможных вариантов для снижения этой зависимости.

В настоящий момент ветроэнергетика является быстро развивающейся и перспективной отраслью. В 2007 г. общая мощность ВЭС в мире составила 94 млн кВт с выработкой около 200 млрд.

Одним из интересных потенциальных направлений альтернативной энергетики можно считать грозовую энергетику. Грозовая энергетика – способ получения энергии путем поимки и перенаправления энергии молнии в электросеть.

Молния – гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, обычно может происходить во время грозы, проявляющийся яркой вспышкой света и сопровождающим её громом.

Процесс образования молний весьма сложен. Изначально из наэлектризованного облака к земле устремляется разряд-лидер, который был сформирован электронными лавинами, слившимися в разряды (стримеры). Этот разряд оставляет за собой горячий ионизированный канал, по которому в обратном направлении движется главный разряд молнии, вырванный с Земли мощным электрическим полем. За доли секунды процесс повторяется несколько раз. Основная проблема – это поймать разряд и перенаправить его в сеть.

Как известно, молнии делятся на два «зеркальных» типа: одни вызываются отрицательными разрядами, которые накапливаются в нижней части грозового облака, а другие – положительные, собирающиеся в его верхней части. Второй тип встречается от 4 (в умеренных широтах) до 17 (в тропических широтах) раз реже, чем разряды первого типа. Данный фактор очень важен при проектировании и построении сборщиков небесного электричества.

Молния имеет крайнеогромный энергетический потенциал.Сила тока в разряде молнии на Земле достигает 10–500 тысяч ампер, напряжение – от десятков миллионов до миллиарда вольт. Мощность разряда – от 1 до 1000 ГВт. Количество электричества, расходуемого молнией при разряде – от 10 до 50 кулон. Предположительно, одного заряда молнии хватит, чтобы зарядить большую страну (например, США) на 20–30 минут времени.

Как известно, на планете в любой момент времени происходит около 1500–3000 гроз, что подталкивает к освоению молнии как источника энергии. Если посмотреть на мировую карту частоты молний (см. рис. 5в приложении), то можно обнаружить, что только в Центральной Африке приходится на квадратный километр около 70 молний в год. Но нужно учитывать, что в тропиках и ближе экватору большая часть молний возникает между облаками или разными частями одного облака, а в умеренных широтах значительную долю общего числа зарядов молний составляют разряды, приближенные

к земле. Следовательно, и в России есть возможность собирать данный вид энергии, да и в Центральной Африке, несмотря на сложности, за счет большого кол-ва молний в год.

Устройства, которые смогут вырабатывать электричество таким способом, могут быть молниеотводы, снабженные гигантскими наборами суперконденсаторов и преобразователей напряжения. По некоторым данным, если построить около 100 таких сборщиков молнии по всей земле, то можно было бы снабжать электричеством всю планету.

Предполагаются также и другие накопители – от подземных резервуаров с металлом, который плавился бы от молний, попадающих в молниеотвод, и нагревал бы воду, чей пар вращал бы турбину, до электролизеров, разлагающих разрядами молний воду на кислород и водород. Но данные вариантыкажутся слишком сложными для осуществления. Успех возможен с более простыми системами.

Следовательно, теоретически, грозовая энергетика может стать еще одним эффективным источником энергии. Исследования в данной области энергетики должны еще проводиться, а технологии совершенствоваться. В будущем будет понятно, следует ли использовать молнии в качестве электричества или нет.

Особенной возобновляемой энергией может оказаться инфракрасное излучение. Инфракрасное излучение – электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным концом видимого света и микроволновым излучением.

Излучение от Солнца поглощается поверхностью Земли и облаками, а затем большая часть энергии возвращается обратно в атмосферу в виде инфракрасного излучения благодаря переизлучению. В то же время ряд содержащихся в атмосфере веществ вновь поглощает это излучение и возвращает определенную его часть обратно на планету. Именно из-за этого поверхность и атмосфера находится в более нагретом состоянии, чем если бы они были при отсутствии подобного эффекта. Более того, из-за этого неиспользованными остаются 10^{17} Ватт энергии, что является колоссальным объемом энергии.

Возобновляемую энергию можно генерировать при условии, что тепло передается от нагретого тела к более холодному. В то же время из солнечной энергии, прибывающей на Землю, большая часть уходит обратно в космос. Основываясь на данных фактах, предлагается использовать излучательный источник электроэнергии (см. рис. 5

в приложении), который может генерировать энергию, отражая в небо ИК-излучение и получая энергию за счет разницы температур.

Возможна реализация этого с помощью двух устройств.

1. Принцип работы первого заключается в создании ИИЭ, который генерировал бы энергию, пропуская получаемое от Солнца тепло через термоплату и выпуская его обратно в атмосферу. Данное устройство имеет проблему в охлаждении и вырабатывает не так много энергии: на квадратный метр ИИЭ способен максимум вырабатывать 20 Вт. Существенным преимуществом может послужить, что тепловое излучение Земли можно использовать даже ночью, поскольку земная поверхность продолжает отдавать тепло круглые сутки. Интенсивность инфракрасного излучения снижается не более чем на 20–30 % от показателей, которые достигаются во второй половине дня. Поэтому, в теории, ИИЭ можно соединить, например, с ячейками солнечных фотоэлектрических панелей (батарей), чтобы получить возможность выработки электричества даже в ночное время, без необходимости в затратах на установку дополнительного оборудования.

2. Второе устройство представляет собой выпрямляющую антенну, или ректенну, предназначенную для преобразования энергии поля падающей на нее волны в энергию постоянного тока. Получение энергии в этом случае происходит за счет разницы в температурах между компонентами устройства. Преимуществом антенны-уловителя служит относительная небольшая сложность в технологическом плане. Главной проблемой, как и в первом устройстве, является малое кол-во получаемой энергии.

Таким образом, из-за огромного объема энергии тепловое излучение кажется перспективной в выработке тепло- и электроэнергии. Однако пока еще нет возможности использовать вырабатывающие из него энергию устройства, так как они не выгодны в энергетическом и экономическом плане на данный момент. С техническим прогрессом это, вероятно, изменится.

Человечество на данном этапе развития не может существовать без энергетики. Все процессы, так или иначе, связаны с ней. И неизменно то, что доля потребления энергии всегда возрастает. Традиционные источники энергии уже не способны удовлетворить бесконечные энергетические потребности без помощи нетрадиционных.

За время существования нашей цивилизации много раз происходила смена традиционных источников энергии на новые, более

совершенные. И не только потому, что старый источник был исчерпан, а еще по причине он переставал быть выгодным для человека. Так, запасы древесины казались безграничными, но для более развитых машин потребовались более производительные «корма», что и привело к использованию каменного угля. Но потом уже пришли на смену нефть и газ.

Вот нефть и газ движутся к тому, чтобы быть заменёнными. Эти традиционные энергоносители довольно близки к исчерпанию: запасов нефти и природного газа предполагается всего на 50–60 лет. Выбросы газов и сброс отходов колоссальны и могут привести к необратимым последствиям. Также неуклонно растут и цены на эти энергоносители, из-за чего, соответственно, тарифы на электричество и тепло. Эти проблемы мешают и приостанавливают развитие новых технологий в промышленности, в сельском хозяйстве и других отраслях.

Несомненно, среди традиционной энергетики есть ядерная энергетика, которая как раз лишена большинства таких недостатков. Использование ядерной энергии в производстве электроэнергии вполне экологически безопасно и экономически оправдано. Тем не менее, исходя из истории, риски использования такой энергии довольно велики.

Поэтому стремительно наступает эра экологически чистых, бесконечных по запасами недорогих источников энергии. Ветер, Солнце, геотермальные ресурсы, биомасса – все это уже сейчас используется эффективно и действенно в энергетике. И необходимо понимать, что нельзя останавливаться в освоении и нахождении возобновляемых способов энергии, иначе, во-первых, их потенциал не раскроется, и, во-вторых, рано или поздно произойдет энергетический кризис.

Итак, можно однозначно утверждать, что альтернативные источники энергии заменят традиционные. Некоторые развитые страны, не располагая изначально природными ископаемыми, уже получают более 50% энергии из альтернативной энергетики. Совсем скоро они перестанут вообще зависеть от нефти, природного газа и др. Именно такого курса необходимо двигаться и остальным странам, в том числе и России.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сибикин Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: КНОРУС, 2010. – 232 с.

2. Свен Уделл. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии. – М.: Знание, 1980.

3. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с. Плачкова С.Г, Плачков И.В.

4. Гибилиско С. Альтернативная энергетика без тайн / Стэн Гибилиско; [пер. с англ. А.В. Соловьева]. – М.: Эксмо. 2010. – 368 с. – (без тайн).

5. А. HYPERLINK «https://www.ozon.ru/person/6298134/»Турилин, В. HYPERLINK «https://www.ozon.ru/person/6298133/»Германович. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы.– СПб.: Наука и Техника, 2011. – 320 с.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ (победитель 3 степени)

В.В. Тищенко

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Ветроэнергетика в наши дни занимает важную роль. Она позволяет использовать энергию ветра на нужды народного хозяйства Российской Федерации. Данная развивающаяся отрасль используется при производстве *электроэнергии и получило развитие в Ставропольском крае.*

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, которая связана с преобразованием энергии воздушных масс в механическую, электрическую и тепловую энергию. Образование ветра является результатом неравномерного распределения атмосферного давления, которое направлено от зоны высокого давления к зоне низкого. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что запасы энергии ветра являются неограниченными, что позволяет относить ее к возобновляемым источникам энергии. Кроме того, энергию ветра относят к «чистой» энергии, так как она характеризуется нулевым уровнем выбросов парниковых газов.

Основные факторы, способствующие развитию ветроэнергетики: все больше страны зависят от импорта энергоресурсов. Более того, импортеры полагаются на вывоз энергоресурсов из стран или регионов,

характеризующихся экономической и политической нестабильностью. Такая ситуация создает риски для стран-импортеров, что заставляет их правительства стимулировать развитие и использование альтернативных источников энергии; увеличение воздействия деятельности человека на окружающую среду. Растущие объемы выбросов газов и ядовитых веществ в атмосферу, способствуют изменению климата и негативно сказываются на здоровье человека. В результате возникает необходимость развития альтернативной энергетики в целом; развитие науки и техники. В настоящее время при производстве ВЭУ используются современные, эффективные и экономически выгодные материалы, увеличилась единичная мощность ВЭС. Кроме того, сказывается эффект от масштаба. Это ведет к повышению конкуренции ВЭУ по сравнению с другими технологиями производства электроэнергии.

Ветроэнергетика характеризуется следующими преимуществами:

– энергия ветра является доступным и возобновляемым источником энергии, запасы которого бесконечны;

– отсутствие парниковых и вредных выбросов в атмосферу при производстве электрической энергии;

– возможность самостоятельного энергообеспечения удаленных и изолированных территорий.

К числу недостатков ветроэнергетики относятся:

– неустойчивая и неконтролируемая выработка электроэнергии;

– более высокие финансовые издержки на единицу мощности по сравнению с традиционными тепловыми электростанциями;

– необходимость развития сетевой инфраструктуры;

– шумовое и визуальное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Роль ветроэнергетики в мире. В нескольких странах ветроэнергетика уже занимает существенную часть в выработке. Так, за первые шесть месяцев 2020 года ветряные станции обеспечили 42 % выработки электроэнергии в Германии и 33 % – в Великобритании. В ближайшее десятилетие этот показатель ещё вырастет: к примеру, британское правительство планирует обеспечить к 2030 году каждый дом в стране электроэнергией с прибрежных ветроустановок. Решение этой задачи создаст 2 тыс. рабочих мест в сфере строительства станций и поддержит дополнительно 60 тыс. человек, занятых в смежных отраслях.

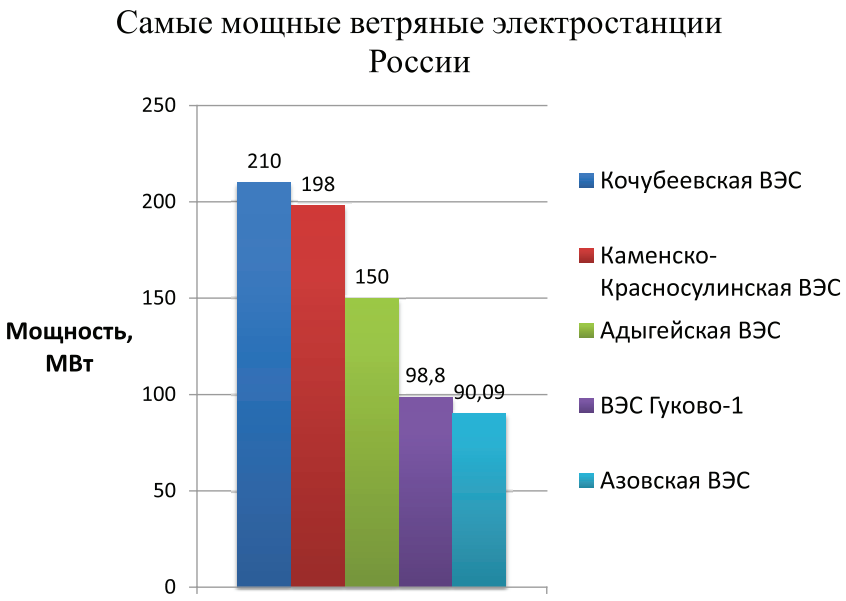

Рис. 1. Самые мощные ветряные электростанции России

Россия обладает гигантскими запасами ископаемого топлива, но не может игнорировать всеобщее направление на развитие «зеленой» энергетики. Правительство приняло программу государственной поддержки возобновляемых источников энергии, которая предполагает увеличение мощности «чистой» выработке в стране до 5,5 гигаватт к 2024 году. При этом энергия ветра выглядит одним из самых перспективных источников возобновляемой энергии в России (рис. 1).

Так, в Ставропольском крае под городом Невинномысском построена ветряная электростанция, которая в Северо-Кавказском федеральном округе заработала первой. Для комплекса ветроустановок отвели участок в Кочубеевском районе на площади более 73 гектаров – в зоне «ветрового коридора» со средней скоростью ветра 10–12 метров в секунду.

Суммарная мощность Кочубеевской ветряной электростанции составляет 210 МВт. К ней относится 84 ветроэнергетические установки мощностью 2,5 МВт каждая (рис. 2).

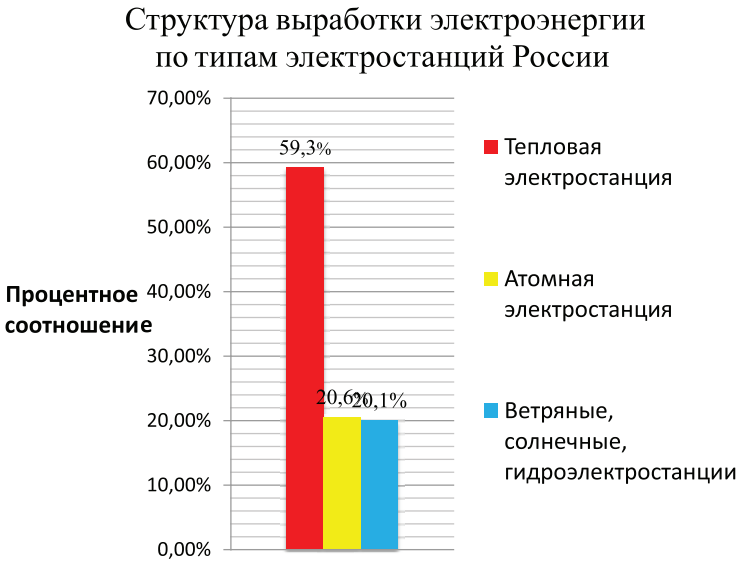

Рис. 2. Структура выработки по типам электростанций в России

Большинство ученых и представителей экспертного сообщества сходятся во мнении, что объекты «зеленой» энергетики вносят большой вклад в минимизацию человеческого воздействия на климат и окружающую среду. Электроэнергия от объектов возобновляемых источников энергии замещает выработку традиционных электростанций, работающих на угле или газе, благодаря чему снижаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких П.П. Экономические проблемы нетрадиционной энергетики / Энергия: Экон., техн., экол. 1995.

2. Перспективы развития ветроэнергетики в России / Салопихин Д.А., Омельченко Д.П., Чебанов К.А.

3. T. Mai, E. Lantz, M. Mowers, R. Wiser, The value of wind technology innovation: Implications for the U.S. power system, wind industry, electricity consumers, and environment.

4. G. van Kuik, J. Peinke, Eds. Long-Term Research Challenges in Wind Energy – A Research Agenda by the European Academy of Wind Energy.

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ (победитель 3 степени)

И.С. Дьяков, Х.Г. Лепшоков
Руководитель – Прутков Владимир Иванович

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Георгиевский техникум механизации, автоматизации и управления»

Техническая революция в области электрооборудования и средств автоматизации обусловила значительные изменения электропривода. На всероссийской конференции по автоматизированному электроприводу были определены направления развития электропривода. Одно из основных направлений – это замена релейно-контактной аппаратуры на бесконтактную.

В большей степени качественные изменения коснулись электропривода промышленных установок (металлургии, машиностроения, текстильной промышленности и т.д.), в меньшей степени эти изменения произошли с электроприводом для сельскохозяйственного производства, что обусловлено целым рядом объективных и субъективных факторов.

В настоящее время преобладающим средством управления асинхронным электродвигателем является электромагнитный пускатель.

Его недостатки – наличие подвижных частей и контактов, которые снижают надежность работы аппарата.

На долю электропривода в производстве приходится более 60% потребляемой электрической энергии. В связи с этим электропривод является основным и главным средством автоматизации технологических процессов в производстве.

Снижение вероятности отказов отдельных элементов и устройств и повышение надежности систем автоматического управления в целом обеспечивается применением бесконтактных элементов автоматики и устройств.

Поставленная техническая задача – разработка и изготовление аналога ЭМП, но на базе бесконтактных элементов. Результатом такой работы является симисторный пускатель с сенсорным управлением.

Бесконтактный пускатель с сенсорным управлением состоит из сенсорного устройства, которое управляет симисторами.

Симистор – управляемый полупроводниковый прибор, который представляет собой включённые встречно 2 тиристора, что позволяет коммутировать переменный ток, т.е. симистор может пропускать по сравнению с тиристорами ток синусоидальной формы.

Внешне симистор от тиристора не отличается габаритами и формой, это преимущество дало возможность создать бесконтактный пускатель с малыми габаритами и размерами.

Работает бесконтактный пускатель с сенсорным управлением так. В первоначальный момент, когда будет подано напряжение питания. На входе элемента DD1.1 через положительную обратную связь, состоящие из R1, вследствие броска тока подаётся потенциал логической единицы, а на выходе DD1.3 появляется логический ноль, что соответствует состоянию выключения. Этот потенциал с выхода 10 DD1.3 через R2 подаётся на управляющий электрод тиристора VS1, и он закрывается, и конденсаторы C1, C2, C3 заряжены через диоды VD4, VD5, VD6 и ток через управляющий электрод симисторов VS2, VS3, VS4, так как для прохождения переменного тока через управляющий электрод симисторов необходимо чтобы конденсаторы C1, C2, C3 перезаряжались, а цепь разрядки отсутствует. В то время как на выходе элемента DD1.2 устанавливается уровень логической единицы, который будет через R1 на входе элемента DD1.1 и так же будет и логическим нулём, т.е. это цепь положительной обратной связи, обеспечивающая устойчивое выбранное состояние сенсорного выключателя. Чтобы подать питание на нагрузку достаточно коснуться пальцем до сенсоров E2 и E3, и уровень логического нуля окажется поданным через сопротивление кожи пальца на вход элемента DD1.1. Сразу же все элементы изменят своё состояние: на входе DD1.1 нуль, на выходе единица, на входе DD1.2 единица, на выходе нуль, на входе DD1.3 нуль, на выходе единица, т.е. поменяют потенциалы на своих выходах. Благодаря ПОС, состоящей из R1, оно будет надёжно удерживаться. Теперь, когда на выходе элемента DD1.3 появился уровень логической единицы, тиристор VS1 откроется и тем самым создаёт цепь разрядки конденсаторов C1, C2, C3, что вызывает прохождение переменного тока через управляющие электроды снмисторов VS2, VS3, VS4 и открывает их. Ток через управляющие электроды симисторов опережает напряжение сети на угол 90° (максимум тока сразу после перехода напряжения сети через «нуль»), что обеспечивает управляющему электроду режим близкий к оптимальному.

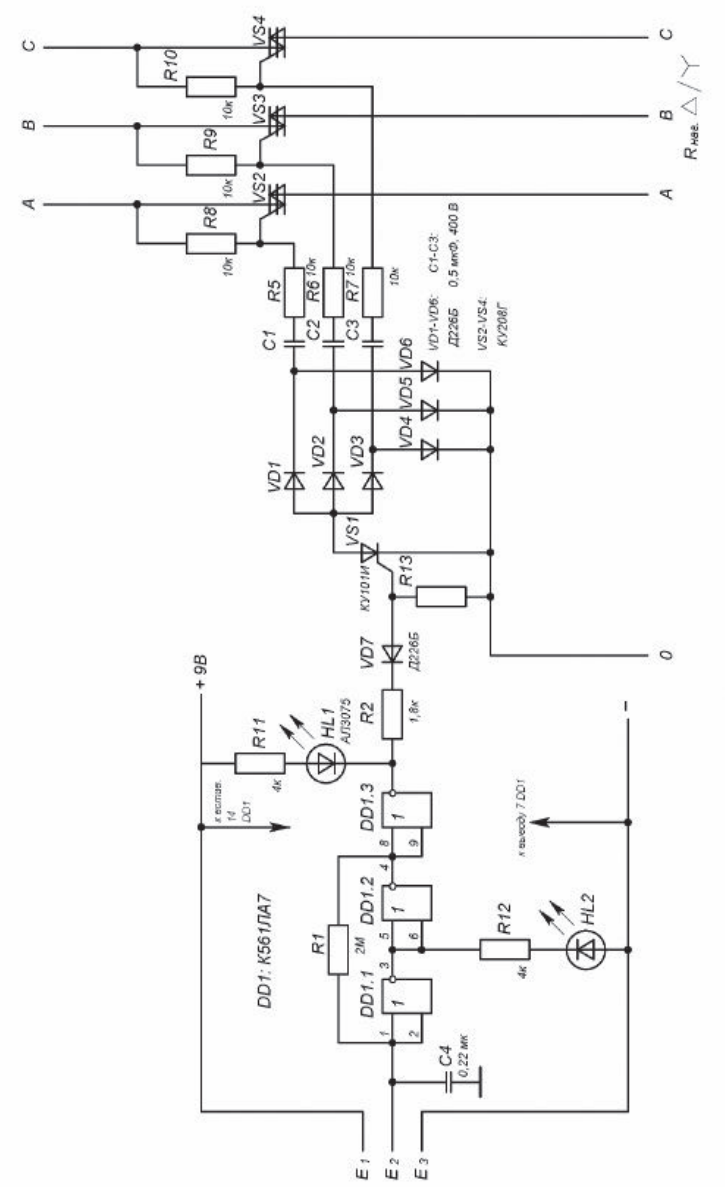

Рис. 1. Принципиальная электрическая схема сенсорной системы управления

О срабатывании включения сенсорного выключателя будет сигнализировать вспыхнувший светодиод HL2 желтого свечения.

Если коснуться пальцем сенсоров E1 и E2 на входе DD1.1 окажется падение уровня логической единицы (1). Все элементы так же поменяют своё состояние на обратное, и благодаря ПОС будет надёжно удерживаться. И в этот момент на выходе элемента DD1.3 появится уровень логического нуля, который закроет VS1 и о чём будет сигнализировать светодиод HL1 зелёного свечения.

Конденсатор C4 защищает вход элемента DD1.1 от зарядов статического электричества, которое может наводиться в теле человека и при прикосновении пальцем к пластине сенсора E2 могут привести к выходу из строя элемент DD1.1.

Диоды VD1,VD2, VD3 предотвращают протекание сквозного тока через соединенные звездой C1, C2, C3.

Резисторы предназначены для шунтирования токов утечки.

Резисторы R5, R6, R7 необходимы для ограничения броска тока при открывании тиристора VS1 и оптимизации фазового сдвига при работе.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ (победитель 3 степени)

Р.А. Хомяков

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Преобразование в цифровые подстанции на сегодняшний день одно из перспективных направлений в электроэнергетике. Это направление позволяет наиболее эффективно распределять, генерировать, направлять потребителем электроэнергию для оптимального использования.

Цифровые подстанции в настоящее время достаточно динамично развиваются и играют большую роль в формировании интеллектуальной энергетики. Причиной может послужить то, что энергетические компании стремятся к повышению эффективности своей работы. В свою очередь многие производители автоматизированных систем управления технологическими процессами, противоаварийной автоматики, релейной защиты активно принимают участие в разработке цифровых технологий и систем автоматизации для электросетевого комплекса. Также стоит отметить, что основные заводы по производству электроэнергетического оборудования постепенно переходят

к «цифровизации» своей продукции. Таким образом цифровые технологии активно внедряются в системы электросетевого комплекса, а полная цифровизация подстанций является недалёким будущим. Развитие технологий цифровой подстанции.

На данный момент Правительство Российской Федерации заинтересовано к переходу на цифровые подстанции, так как топливно-энергетический комплекс России нуждается в развитии. С этой целью Правительство РФ разработало дорожную карту по реализации проекта «Разработка и внедрение цифровых подстанций на вновь строящихся и реконструируемых объектах электроэнергии РФ». Внедрение цифровых подстанций одна из самых приоритетных задач многих компаний по выработке и передаче электроэнергии на территории РФ. В настоящее время лишь немногие российские электросетевые компании осуществляют строительство и эксплуатацию цифровых подстанций. Главной проблемой в их внедрении на территории РФ является отсутствие нормативно-технических и правовых документов (рис. 1).

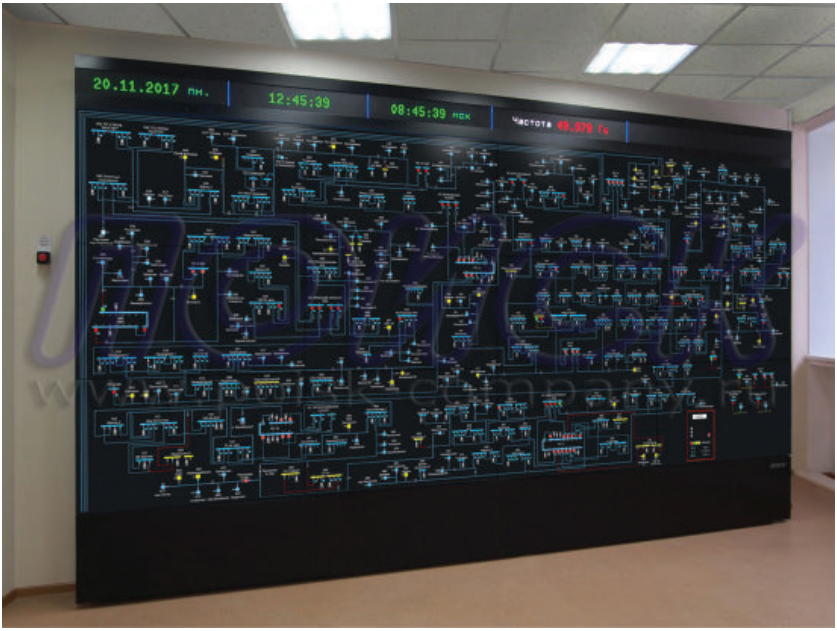

Рис. 1. Пример удаленного диспетчерского управления

Например, на Ставрополье началось строительство перовых в крае цифровых подстанций. Первая ЦПС располагается на одной из промышленных зон Михайловска. Полное завершение строительства запланировано уже на первую половину 2021 года. Инвестиции электросетевой компании в проект составляет более 670 млн рублей. Практически всё технологическое оснащение объекта, в том числе 2 силовых трансформатора будет произведено в России. Также питающий центр данной ЦПС будет оснащён комплексом микропроцессорных устройств РЗА, современными устройствами автоматического регулирования напряжения, а также другими цифровыми расширениями. Благодаря данной ЦПС Ставропольский край получит резерв мощности для обеспечения города Михайловска и близлежащих территорий, а также значительно повысится надёжность электроснабжения данной территории.

Также одной из крупнейших компаний, которые заинтересованы вопросом внедрения цифровых подстанций является ПАО «Россети». Основной целью инновационного развития данной компании является переход электросети с новым уровнем надёжности, эффективности и доступности. При переходе к цифровым подстанциям, «Россети» преследует несколько целей, основными из которых являются: обеспечение управляемости и наблюдаемости электросетевого комплекса в режиме реального времени, контроль режимов работы сети, а также возможность самодиагностики и самовосстановления сети разных напряжений (рис. 2).

В 2017 году компания «Россети Волга» приступила к реализации проекта НИР по теме «Разработка технических решений по реализации цифровой подстанции 110 кВ». Главными проблемами реализации проекта с которыми столкнулась компания были: что представляет собой цифровая подстанция, какие принципы построения её архитектуры существуют, какие требования предъявляются к инфраструктуре локальной вычислительной сети энергообъекта и интеллектуальным электронным устройствам. Также отсутствовал комплексный подход при рассмотрении основного инструмента для реализации цифровых подстанций – стандарта МЭК 61850, который описывает объектную модель объекта проектирования и универсальный язык для разработки проектной документации.

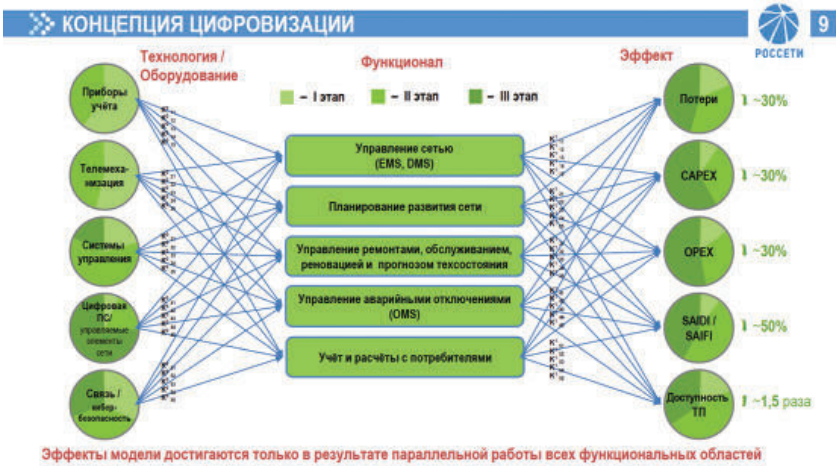

Рис. 2. Модель перехода на цифровизацию

В рамках реализации данного проекта проведён анализ цифровых технологий для создания цифровой подстанции, а также и анализ 17 существующих главных схем подстанций 110 кВ. Проведены многие исследования создания цифровой подстанции с учётом анализа различных подходов к построению данной ПС, условий и требований существующей документации. В результате реализации проекта НИР «Разработка технических решений по реализации цифровой подстанции 110 кВ»:

Были разработаны 3 файла SSD основанных на профиле стандарта МЭК 61850. Данные файлы используются для описания оборудования с присвоенным функционалом систем, что делает возможным его применение при проектировании цифровой подстанции и определения общих технических решений.

Разработаны более 5 базовых архитектур цифровой подстанции, с различным объёмом применения цифровых коммуникаций по стандарту МЭК 61850.

Произведена разработка рекомендации по приёмке и вводу в эксплуатацию.

Разработано типовое задание на проектирование цифровой подстанции.

При реализации проекта НИР осуществлена предпроектная подготовка к проектированию цифровой подстанции 110кВ на примере

реконструированного объекта ПС 110/10 кВ «Сазанлей». При реализации цифровой подстанции на базе ПС 110 кВ «Сазанлей» планируется использование электрооборудования, отвечающего требованиям направленным на создание условий по переходу от традиционных ПС к интеллектуальным цифровым подстанциям. Подводя итоги реализации проекта НИР, можно выделить что были выявлены особенности создания цифровых подстанций и технические решения, которые планируется использовать в будущем при создании цифровых подстанций.

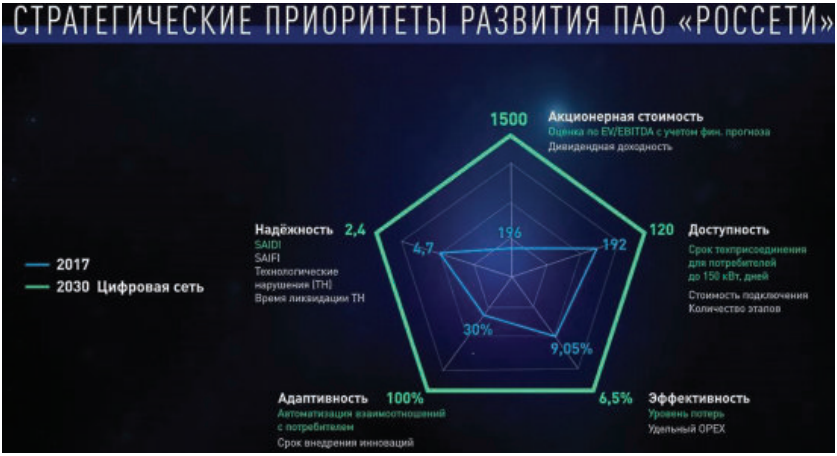

Рис. 3. Приоритеты развития электрических сетей

Цифровая подстанция, при эксплуатации которой используются инновационные методы управления технологическим процессом, определённо является перспективным направлением в развитии электроэнергетики. При внедрении оборудования нового поколения усовершенствуется организация информационных потоков, а также повысится точность измерений. Также значительно сократятся затраты на эксплуатацию оборудования и объём технического обслуживания. Несмотря на широкий перечень достоинств и преимуществ цифровых технологий, существует также множество вопросов по переходу к цифровым ПС, поэтому новые элементы цифровых систем управления необходимо вводить поэтапно, для достижения надёжности электроснабжения потребителей. Также необходимо рассмотреть экономическую эффективность при внедрении цифровых

технологий. Для этого необходима типизация проектных решений и повышение степени заводской готовности оборудования. Проведение данных мероприятий приведёт к значительному снижению затрат на проектирование и эксплуатацию цифровых подстанций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Политика инновационного развития, электроснабжения и повышения энергетической эффективности ПАО «Россети».

2. Программа инновационного развития ПАО «Россети» на 2016–2025 г.

3. Головин А.В., Аношин А.О. Стандарт МЭК 61850. Протоколы связи в электроэнергетике. Предпосылки для создания стандарта МЭК 61850.

4. Головин А.В., Аношин А.О. Стандарт МЭК 61850. Структура документа.

5. Чичѐв С.И., Калини В.Ф., Глинкин Е.И. Методология «Проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий». М., 2014.

6. https://tass.ru/v-strane/10024375. Строительство первых цифровых подстанций на Ставрополье.

Научное издание

ЭНЕРГЕТИКА НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО

Сборник материалов победителей конкурса проектов

Сетевое научное издание

Под общей редакцией
кандидата педагогических наук О.Л. Лукьяновой

9 785604 663547

© Коллектив авторов, 2022
© Частное профессиональное образовательное учреждение «Кавминводский энергетический техникум», 2022
© Евроазиатская научно-промышленная палата