УДК: 621.316.9

**ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПО ОДНОПРОВОДНЫМ ВОЗДУШНЫМ ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 10 КВ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Чернышов В.А., Головин Р.А.**

*Россия, г. Орёл, ФГБОУ ВО "ОГУ им. И.С. Тургенева"*

***Аннотация.*** *В статье представлено теоретическое обоснование целесообразности использования системы временного электроснабжения по однопроводным воздушным линиям электропередачи 10 кВ в условиях чрезвычайных ситуаций. Предлагается эффективное схемотехническое решение по реализации однопроводной системы высоковольтного электроснабжения с описанием специфики его функционирования.*

***Ключевые слова.*** *Система временного электроснабжения, однопроводные воздушные линии электропередачи 10 кВ, смешанная» система распределения электроэнергии, статический конденсатор, трансформатор.*

Как показывает история, все этапы развития человеческого общества неразрывно связаны со стихийными бедствиями, авариями и катастрофами. По данным Международного Комитета Красного креста, чрезвычайные ситуации (ЧС) природного характера унесли в двадцатом столетии более 11 млн. жизней и нанесли колоссальный материальный ущерб инфраструктуре [1]. На современном этапе развития, человеческая цивилизация все чаще и чаще сталкивается с ЧС природного или техногенного характера. Для эффективного противостояния ЧС необходимо не только иметь огромный запас материально-технических ресурсов, но и крайне важно развивать новые энергоэффективные технологий противодействияЧС, в том числе направленные на оперативное восстановления утраченных систем электроснабжения. Как известно, для ликвидации ЧС необходимы различные электрифицированные инструменты и приспособления, такие как электропилы, электролебедки, электронасосы, тепловые пушки, радиостанции и т.п. [2]. Данное оборудование получает питание от автономных источников энергии (дизельных или бензиновых электрогенераторов).Следует отметить, что мощность автономных электростанций ограничена,а продолжительность их работа определяется запасом жидкого топлива. Кроме того данные источники питания имеют ограниченный ресурс работы и требуют высококвалифицированного обслуживания и ремонта. В условиях ЧС, характеризующиеся большим количеством пострадавших, отмеченные недостатки могут стать причиной гибели и страданий людей и существенным образом затруднят проведении спасательной операции.

Авторы данной публикации полагают, что в отдельных случаях, в качестве более мощного и стабильного источника энергии может послужить быстро развертываемая однопроводная система высоковольтной электропередачи, использующая в качестве второго токопровода землю. По сравнению с классической трехпроводной высоковольтной системой электроснабжения она позволяет существенно (до 67 %) снизить расход проводов и изоляторов, а также значительно минимизировать масcогабаритные размеры несущих конструкций. При этом, в случае использования изолированного провода, изоляция которого обладает большим запасом диэлектрической прочности, появляется заманчивая возможность полностью отказаться от изоляторов и несущих конструкций. Это позволит существенно сократить материальные, трудовые и временные затраты при развертывании данной системы электропередачи и при необходимости увеличить ее протяженность практически в 10 раз по сравнению с протяженностью обычной высоковольтной линии электропередачи, что крайне важно в условиях возникновения ЧС.

Идеей для использования однопроводной системы высоковольтного электроснабжения в условиях возникновения ЧС послужили материалы научной статьи «Электропередачи с использованием однопроводных переносных линий» опубликованные инженером В.М. Дмитриевым и доцентом В.А. Шустовым в 1950 году в 11 номере журнала «Электричество» [3].

Знакомство с материалами данной статьи позволило установить, что в 30-40-х годах прошлого столетия наряду с классической трехпроводной системой электропередачи 6 кВ, дошедшей до наших дней и высоковольтной системой электропередачи передачи «Два провода-земля», позволяющей до 33% экономить на расходе проводов изоляторов, широкое распространениеполучила, и так называемая смешанная система высоковольтного распределения электрической энергии. Данная система использовалась для электропитания маломощных сельскохозяйственных потребителей, т.к. обладала рядом немаловажных достоинств [4].Во-первых, она позволяла упростить конструкцию понижающих подстанций, сократив их количество на объекте, при наличии однофазных отпаек от высоковольтных линий электропередачи. Во-вторых, обеспечивала сведение к минимуму протяжённость сетей низкого напряжения, в результате чего они могли быть выполнены исключительно одно проволочными стальными проводами. В-третьих, при смешанной системе высоковольтного распределения электрической энергии, один из проводников заменяется землей, в результате чего, трехпроводные системы электропередачи превращаются в двухпроводные, а двухпроводные в однопроводные. Это позволяло экономить провод и сокращает паразитные потери электрической энергии.В силу низкого коэффициента использованиясмешанных сетей, стационарные варианты их реализации, не нашли широкого применения, поэтому они сооружались в переносном виде. Переносные трехпроводные и двухпроводные воздушных линий, опытные образцы которых тестировались, в то время, лабораторией электрификации полеводства (ВИЭСХ) не получили широкого распространения, в связи с опасностью схлестывания проводов, требующей дальнейшего усложнения их конструкции. А так как проблема схлестывания проводов полностью разрешалась, в случае прокладки по опорам только одного провода, наиболее востребованными в сельском хозяйстве стали однопроводные варианты переносных сетей. В частности, они активно применялись в полеводстве для электропитания мобильных пунктов электромолотьбы, позволяя обслужить площадь обмолота в 10 раз большую, чем обычные стационарные трехпроводные пинии электропередачи.

Также из материалов статьи следует, что один из ее авторов (В. М. Дмитриев) в 1944 г. реализовал весьма интересный проект электроснабжения строительных работ при сооружении небольшой гидростанции. Электроснабжение строительной площадки которой осуществлялось от трансформаторной подстанции с однофазным трансформатором, удаленной от гидростанции на 1,5 км. Передача электрической энергииосуществлялась по однопроводной линии 6 кВ, выполненной одножильным стальным проводом диаметром 5 мм. Экспериментальнаялиния запитывала имеющийся на стройплощадке трехфазный трансформатор типа ТМ-50/6 на напряжение 6 000/230 В. Питание подавалась через трубчатый предохранитель на один из выводов первичной обмотки трансформатора, соединенной по схеме «звезда», а между двумя оставшимися выводами, через трубчатые предохранители были подключены два статических конденсатора напряжением 6 кВ и емкостью 10 кВАр каждый, количество которых устанавливалось в зависимости от нагрузки на вторичной обмотке трансформатора. От вторичной обмотки трансформатора, соединенной по схеме «треугольник» отходила линия низковольтного напряжения 220 В, запитывающая одновременно два транспортера с трехфазными асинхронными электродвигателями (АД) мощностью 3,5 кВт, два питателя с АД мощностью 2,2 кВт и один копер с АД мощностью2,5 кВт. Опыт эксплуатации описанной системы электрификации строительных работ при строительстве гидростанции в течении всего летнего сезона показал полную пригодность предлагаемой системы электроснабжения, так как все механизмы работали нормально и без аварий до окончания строительства гидростанции.

Вышеизложенное схемотехническое решение заслуживает особого внимания, т.к. при незначительной доработке оно позволит осуществлять электроснабжение мощных трехфазных нагрузок, в том числе и электродвигательных, коими могут являться дренажные насосы, электролебедки, кислородные станции, использующиеся при проведении спасательных и аварийно-восстановительных работ в зоне ЧС.

На рисунке 1 представлен вариант реализации однопроводной системы электроснабжения 10 кВ. Единственным ее отличием от той, которая впервые была реализована в далеком 1944 году, является то, что передаваемое по однопроводной линии напряжение составляет 10 кВ, а обмотки силового трансформатора соединены по схеме треугольник/звезда. Данное изменение позволяет снизить тепловые потери в питающей однопроводной сети, а также использовать поврежденные стихией воздушные ЛЭП 10 кВ, имеющие хотя бы одну их уцелевших фазных цепь, а также задействовать, имеющиеся потребительские трансформаторные подстанции, обесточенные в связи с действием ЧС.



Рисунок 1 – Однопроводная система электроснабжения 10 кВ

Очевидно, что достоинством предлагаемой схемы электроснабжения является простота и дешевизна ее реализации, что позволяет в условиях возникновения ЧС быстро организовать передачу электрической энергии на большие расстояния.

Такими образом, авторами данной публикации обоснована целесообразность применения нового и хорошо забытого старого, инженерно-технического решения, позволяющего оперативно восстановить утраченное при ЧС электроснабжение и повысить эффективность проведения аварийно-спасательных работ.

**Список литературы**

1. Официальный сайт МККК [Электронный ресурс]. https://www.icrc.org/ru

(дата обращения: 01.11.2022).

2.Омельянович, А.С. Предпосылки создания, особенности и перспективы применения нового моторного подогревателя МП-20 / А.С. Омельянович, В.А. Чернышов // Вестник аграрной науки. 2018. [№ 3 (72)](https://elibrary.ru/contents.asp?id=35245827&selid=35245842). С. 101-106.

3. Дмитриев, В.М. Электропередачи с использованием однопроводных переносных линий / В.М. Дмитриев, В.А. Шустов // Электричество, №11. – 1950. – С.38-41

4. Захарин, А.Г. Смешанная система распределения электроэнергии в сельском хозяйстве / А. Г. Захарин, И. А. Будзко // Электричество, № 1. – 1939. – С.21-27

**Чернышов Вадим Алексеевич**, *кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и энергосбережения ФГБОУ ВО "ОГУ им. И.С. Тургенева", г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 228л, тел. 89536132255, E-mail:* *blackseam78@mail.ru*

**Головин Роман Александрович**, *магистрант 2-го курса, направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» ФГБОУ ВО "ОГУ им. И.С. Тургенева", г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, тел. 89202873435, E-mail:* *golowin.roma2010@yandex.ru*

UDC: 621.316.9

**JUSTIFICATION OF THE EXPEDIENCY OF USING TEMPORARY POWER SUPPLY SYSTEMS VIA SINGLE-WIRE OVERHEAD POWER LINES OF 10 KV IN EMERGENCY SITUATIONS**

***Chernyshov V.A., Golovin R.A***

*Rossiya, g. Orol, FGBOU VO "OGU im. I.S. Turgeneva"*

***Abstract:*** *The article presents a theoretical justification for the expediency of using a temporary power supply system via single-wire overhead power lines 10 kV in emergency situations. An effective circuit design solution for the implementation of a single-wire high-voltage power supply system with a description of the specifics of its operation is proposed.*

***Keywords.*** *Temporary power supply system, 10 kV single-wire overhead power lines, mixed power distribution system, static capacitor, transformer*

**Bibliography**

1. Official website of the ICRC [Electronic resource]. https://www.icrc.org/ru

(date of access: 01.11.2022).

2. Omelyanovich, A.S. Prerequisites for the creation, features and prospects for the use of a new MP-20 motor heater / A.S. Omelyanovich, V.A. Chernyshov // Bulletin of agrarian science. 2018. No. 3 (72). pp. 101-106.

3. Dmitriev, V.M. Power transmission using single-wire portable lines / V.M. Dmitriev, V.A. Shustov // Electricity, No. 11. - 1950. - P.38-41

4. Zakharin, A.G. Mixed power distribution system in agriculture / A. G. Zakharin, I. A. Budzko // Electricity, No. 1. - 1939. - P. 21-27

**Chernyshov Vadim Alekseevich**, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Energy Saving, FSBEI HE "OSU named after IS Turgenev", Orel, Naugorskoe highway, 29, room. 228l, tel. 89536132255, E-mail: blackseam78@mail.ru*

**Golovin Roman Alexandrovich**, *2nd year undergraduate, direction of training 04/13/02 "Electricity and electrical engineering" FSBEI HE "OSU named after I.S. Turgenev", Oryol, Naugorskoe highway, 29, tel. Turgenev OSU Oryol, Naugorskoe highway, 29, tel. 89202873435, E-mail:**golowin.roma2010@yandex.ru*