

Разъединители предназначены для включения или отключения на время ремонта шин, трансформаторов. В ОРУ представлены линейные, обходные и шинные разъединители, как правило разъединители имеют заземляющие ножи.

Разрядники, предназначенные для защиты от атмосферных перенапряжений изоляции оборудования.

Трансформаторы напряжения, предназначены для эксплуатации в электрических сетях переменного тока частотой 50 Гц, с заземленной нейтралью, с целью питания электрических измерительных приборов, цепей релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления.

ТШЛ-20Б-1-10000/5/5: Т–трансформатор тока; Ш–шинный; Л–с литой изоляцией; 20–номинальное напряжение, кВ; Б – категория внешней изоляции по длине пути утечки; 1 – класс точности; 10000 – первичный номинальный ток, А; 5 – вторичный номинальный ток, А.

#### Литература

1. Каталоги и справочники по электротехнике на 01.01.2001. – М.: Информэнерго, 2001. –176 с.
2. Неклепаев Б. Н.; Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учеб. пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. – 5-е изд., стер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 608 с.: ил. - (Учебная литература для вузов)
3. Томь-Усинская ГРЭС URL: <http://sibgenco.ru/about/enterprise/40838/> (дата обращения: 10.12.18)

### МОДЕРНИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕПРОВОДОВ

Д.В. Воронцов, И.Н. Шушпанов

Научный руководитель - профессор К.В. Суслов

*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия*  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Активное внедрение возобновляемых источников энергии – это реалии ТЭКа начала 21 века.

На многих производствах, в частных домах их используют для увеличения энергоэффективности объектов и уменьшению затрат на закупку электроэнергии.

На производствах внедряются солнечно-ветровые установки, которые позволяют в перспективе значительно экономить на закупках топлива для дизель-генераторов, которые являются резервными источниками питания.

Одновременно с этим резервные генераторы, обеспечивают повышения категории надежности потребителей, либо выставляются на аукционы и продаются сторонним организациям.

Также существующая концепция «Smart – grid» подразумевает, что любой потребитель электроэнергии в любой момент может стать ее продавцом. Она стала очень популярна во многих странах, потому что из-за неравномерного графика энергопотребления многие компании начали зарабатывать на этом [2].

Однако до сих пор одной из основных проблем, которая существует в современной энергетике, остается оптимальный подбор мощности солнечных батарей, ветрогенераторов и накопителей электроэнергии, а также прогнозирование функционирования изолированных систем энергоснабжения с большой долей генерацией от возобновляемых источников энергии с учетом стохастического характера выработки электроэнергии.

Существующие методы и модели базируются на концепции четкой логики, т.е. в их математическом описании расчет производится в определенных точно заданных параметрах. Модернизация методов и моделей была проведена с применением элементов нечеткой логики для решения дифференциальных уравнений, описывающих основные характерные параметры режимов работы системы. На основе полученных математических моделей, была разработана программа, которая позволяет рассчитывать параметры мощностей солнечных батарей, ветрогенераторов и накопителей электрической энергии, необходимых для обеспечения надежного электроснабжения потребителей электроэнергией установленного качества. С ее помощью возможно автоматизировать подбор мощностей солнечно–ветровой установки, которая будет покрывать 100% графика нагрузки, с учетом стохастического характера генерации. С ее помощью определяются основные технико-экономические показатели проекта внедрения источников альтернативной генерации, капитальные вложения, себестоимость кВт\*ч, вырабатываемого солнечно-ветровой установкой и т.д. Так же на выходе расчета программа выдает типовые графики, которые позволяют оценить оптимальность выбранных мощностей [1,2].

В программу заложен следующий алгоритм работы:

1. Задаются климатические параметры региона, которыми предполагается использование СВУ (солнечная инсоляция по месяцам, скорость ветра максимальная и средняя по месяцам);
2. Задаются активные мощности СВУ и ДГ, выбор которых необходимо проверить;
3. Задаётся активная нагрузка потребителя электроэнергии;
4. Задаются экономические показатели для анализа эффективности внедрения источников альтернативной энергии.
5. Выполняется расчет.
6. На выходе выдаются графики генерация-нагрузка, на основании которых производится анализ эффективности выбранных мощностей генерации.

Оценка программы проведена на проекте замены дизельных генераторов, питающих аварийные задвижки на нефтепроводе «Таас – Юрях – ВСТО».

## СЕКЦИЯ 12. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Подобран тип и количество основного технологического оборудования.

Обоснована экономическая и техническая эффективность предлагаемой инициативы [1]. Мощность солнечных батарей составила 10 кВт, а ветрогенераторов 15 кВт.

Для проверки оптимальности предлагаемых мощностей воспользуемся специализированным ПВК. График нагрузки построен для периода зимнего максимума на основании эксплуатационных данных практически постоянный, в него включена нагрузка на обогрев всех устройств. Графики ветрогенерации и солнечной генерации так же приведены для периода зимней недели, когда наблюдается короткий самый дневной цикл, а также практическое безветрие.

К рассмотрению были выбраны **солнечно-ветровая энергоустановка бытового электроснабжения НУWS – 25К** с установленной мощностью солнечных батарей 10 кВт и ветрогенераторов общей мощностью 15 кВт. Данная мощность с учетом стохастического характера генерации позволит 100% покрыть график нагрузки электропотребления аварийной задвижки. Комплектация единичной установки приведена в таблице 1.

Таблица 1

Комплектация установки

Номер п/п	Детали	Модель и спецификация	Количество / Кі	Цена, руб.
1	Ветрогенератор	НУ-1000L110	15 шт.	32000
2	Солнечные модули	100 Вт/12 В	100 шт.	27000
3	Аккумулятор	Свинцово-кислотный с регулируемым клапаном / 1000 А·ч/2 В	92 шт.	3500
4	Система управления со встроенным преобразователем	Инвертор 12500 Вт /	2 шт.	300000
5	Башня из алюминия	3000 Вт/9 м	15 компл.	72800
6	Портативный солнечный кронштейн	3 × 2	21 компл.	7000
7	Электрический кабель	На заказ	1 компл.	150000
8	Техническое помещение	3 × 3	1 компл.	70000

В результате того, что в качестве основного источника питания устройств аварийных задвижек выполнен переход на использование солнечно-ветровых установок, экономия дизельного топлива составила 147168 литров или в денежном эквиваленте - 103 млн.руб.

Размеры площадки под территорию для размещения солнечно-ветровых установок – 23×19 м. При затратах на возведение солнечных батарей окупаемость внедрения составляет 3,87 года, что является инвестиционно-привлекательным фактором [3,4].

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать четыре основополагающих заключения.

Во-первых, предложенный алгоритм, является универсальным и может быть применен во всех проектах по внедрению СВУ как основного источника питания для электроснабжения аварийных задвижек нефтепроводов.

Во-вторых, разработанная схема совместной работы является оптимальной и может быть предложена для применения в производстве.

В-третьих, немаловажным аспектом является то, что солнечно- и ветро-генерации экологически безопасны.

В-четвертых, данная инициатива полностью соответствует политике Российской Федерации по энергосбережению и энергоэффективности, а также введения инновационных технологий.

### Литература

1. Воронцов Д.В., Уколова Е.В., Шушпанов И.Н. Виртуальные станции для электроснабжения аварийных задвижек магистральных нефтепроводов. Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20. № 9 (116). С. 86-94.
2. Ефимов Д.Н., Воропай Н.И., Суслов К.В. Виртуальные электростанции для изолированных и централизованных систем электроснабжения – перспективы и вызовы для России // IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2011 – с 34-40.
3. Шушпанов И.Н., Суслов К.В., Воропай Н.И., Стычинский З., Фам Ч.Ш. Модель режимной надежности «активных» распределительных сетей. Известия Российской академии наук. Энергетика. 2013. № 6. С. 70-79.
4. Шушпанов И.Н., Суслов К.В., Терентьева М.Е. Применение технологии интеллектуальных сетей в России. Материалы V Международной молодежной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи». Иванова. 2014. С. 207-210.