

В рамках Стратегии энергетической безопасности страна заключает контракты с альтернативными поставщиками, включая Азербайджан, Саудовскую Аравию и Казахстан, что позволяет диверсифицировать потоки импорта и снизить риски монозависимости. Развитие инфраструктуры, в частности, расширение транспортных возможностей через порты стран Балтии, а также модернизация нефтеперерабатывающих мощностей, способствует более эффективному управлению поставками и снижению влияния внешних факторов. Кроме того, все большее значение приобретает внедрение возобновляемых источников энергии, таких как биотопливо и солнечная энергетика, что в долгосрочной перспективе может частично заменить традиционные углеводороды.

Таким образом, зависимость Республики Беларусь от импорта нефти остается одним из ключевых вызовов для национальной безопасности. Однако разработка и реализация стратегических резервов, диверсификация поставок и инвестиции в альтернативные источники энергии способны минимизировать возможные риски и укрепить устойчивость энергетического сектора. Комплексный подход, ориентированный на долгосрочное планирование, обеспечит стране большую независимость, стабильность и возможность эффективно реагировать на внешние вызовы, связанные с глобальной энергетической политикой.

Л и т е р а т у р а

1. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь / Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Минск, 2003–2025. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 17.02.2025).
2. Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 23 дек. 2015 г. № 1084 // М-во энергетики Респ. Беларусь. – URL: <https://minenergo.gov.by> (дата обращения: 17.02.2025).
3. Энергетический баланс Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск : Белстат, 2021. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 17.02.2025).
4. Губайдуллина, И. Н. Энергетическая безопасность как составляющая системы национальной безопасности современного государства / И. Н. Губайдуллина // Горизонты экономики. – 2018.

УДК 621.316.1.05

СНИЖЕНИЕ НЕДООТПУСКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКЛОУЗЕРОВ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10 кВ ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

М. В. Деделко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Г. И. Селиверстов

Проведена оценка снижения недоотпуска электроэнергии и повышения надежности потребителей за счет применения реклоузеров.

Ключевые слова: реклоузер, недоотпуск электроэнергии, количество отключений потребителя, продолжительность отключения потребителя, надежность.

REDUCING UNDERSUPPLY OF ELECTRICITY AND INCREASING CONSUMER RELIABILITY THROUGH THE USE OF RECLOSERS IN RURAL 10 kV ELECTRIC NETWORKS IN GOMEL REGION

M. V. Dedolko

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Scientific supervisor G. I. Seliverstov

An assessment was made of reducing the under-consumption of electricity and increasing consumer reliability through the use of reclosers compared with the option of their absence.

Keywords: recloser, undersupply of electricity, number of consumer shutdowns, duration of the consumer shutdown, reliability.

В Гомельском районе ведутся активные работы по сокращению недоотпуска электроэнергии и повышению надежности потребителей, подключенных к воздушным линиям (ВЛ) 6–10 кВ. Одним из вариантов решения этого вопроса является установка реклоузеров – автономных устройств, используемых для автоматического отключения и повторного включения ВЛ. Как показывают исследования, в Гомельском районе в 2022 г. количество отключений составило 144, недоотпуск электроэнергии – 32827 кВт · ч, в 2023 г. – 113 и 24916 кВт · ч соответственно. Из этого следует, что количество отключений и недоотпуск электроэнергии снижаются.

Цель настоящих исследований – снижение недоотпуска электрической энергии и повышение надежности потребителей.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи:

– расчет недоотпуска электрической энергии, количества отключений фидера (ВЛ) и длительности перерыва его электроснабжения для различных вариантов установки реклоузеров на ВЛ 10 кВ № 1878, подключенной к электрической подстанции (ПС) «Тереничи».

Методика для расчета оптимального места установки реклоузеров на ВЛ приведена в [1, 2].

Критерием оптимизации выбора места установки реклоузеров в сети с целью повышения надежности электроснабжения потребителей является минимизация следующих показателей надежности после установки реклоузеров:

- количество отключений потребителей данного фидера ω_n ;
- длительность перерывов электроснабжения потребителей данного фидера T_n
- величина недоотпуска электрической энергии потребителям $\Delta W_{но}$.

Для ВЛ № 1878 количество отключений составило: в 2019 г. – 1 с общей продолжительностью отключения 0,88 ч; в 2020 г. – 2 и 2,95 ч; в 2022 г. – 2 и 4,52 ч; в 2023 г. – 4 и 3,51 ч; в 2024 г. – 2 и 7,8 ч соответственно.

На рис. 1 изображены варианты схемы исследуемой ВЛ. ВЛ питается от шин ПС «Тереничи»; точки 1, 2, 3 – места последовательной установки реклоузера; I, II, III – участки ВЛ протяженностью 14,536 км, 7,373 км и 6,552 км соответственно. На рис. 1, б – ВЛ резервируется от трансформаторной подстанции (ТП) ТП-403; R1, R2, R3 – реклоузеры.

К ВЛ от шин ПС «Тереничи» до точки 3 (рис. 1, а, участок I) присоединены ТП, информация о которых приведена в табл. 1. На участке II присоединены ТП с суммарной мощностью 426,96 кВт · А, на участке III – 864,29 кВт · А.

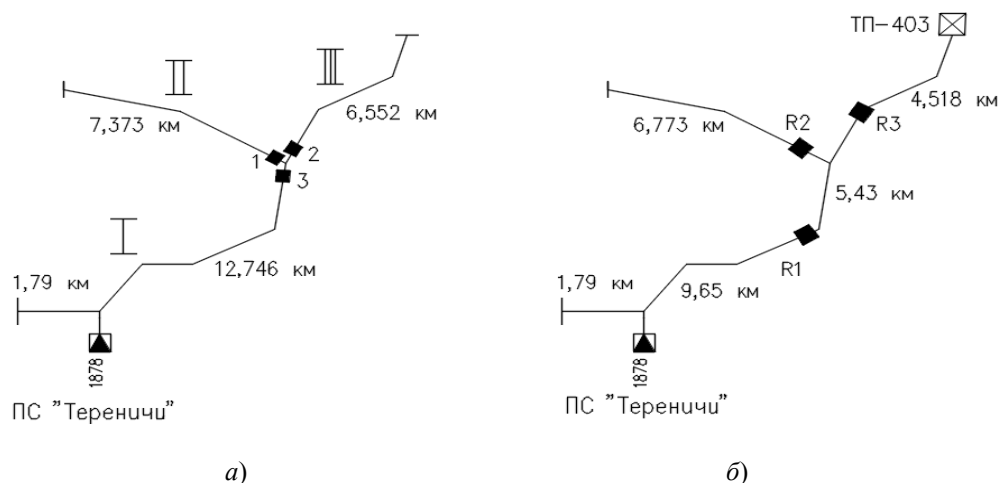


Рис. 1. Схемы вариантов исследуемой ВЛ:
а – с односторонним питанием; б – с резервированием питания

Таблица 1

Характеристика трансформаторных подстанций ВЛ № 1878
для участка от шин подстанции до точки 3 (участок I)

Номер ТП	Тип ТП	Количество трансформаторов	Мощность трансформаторов, кВА	Полная мощность S , кВ·А	Коэффициент мощности $\cos\phi$	Активная мощность P , кВт
272	КТП	1	1×40	28,40	0,92	26,13
398	КТП	1	1×40	27,20	0,92	25,02
790	ТП	2	2×250	395,50	0,80	316,40
454	КТП	1	1×63	39,06	0,92	35,94
587	КТП	1	1×63	39,06	0,92	35,94
588	КТП	1	1×63	42,84	0,92	39,41
406	МТП	1	1×40	31,16	0,70	21,81

Результаты расчета недоотпуска, количества отключений потребителей, длительности перерывов электроснабжения для вариантов установки одного реклоузера с питанием от шин подстанции «Тереничи» приведены в табл. 2.

Информация о количестве отключений потребителей данного фидера ω_n , длительности перерывов электроснабжения потребителей данного фидера T_n , величине недоотпуска электрической энергии потребителям ΔW_{HO} для различных участков ВЛ дана в табл. 3.

Результаты расчета недоотпуска, количества отключений потребителей, длительности перерывов электроснабжения для варианта установки трех реклоузеров с резервированием питания представлены в табл. 4.

Таблица 2

**Результаты расчета технической эффективности различных вариантов
установки реклоузера**

Место (точка) установки	Участок сети	$\Delta W_{\text{но}},$ кВт · ч/год	$\Delta W_{\text{отп}},$ %	$\omega_{\text{п}},$ год ⁻¹	$\omega_{\text{п.отп}},$ %	$T_{\text{п}},$ ч/год	$T_{\text{п.отп}},$ %
Базовый (без реклоузера)	весь	5284,28	—	1,67	—	3,27	—
1	II I + III	2025,86	61,66	0,34 1,34	79,64 19,76	0,4 1,57	87,77 51,99
2	III I + II	2225,13	57,89	0,31 1,34	81,44 19,76	0,37 1,57	88,69 51,99
3	II + III I	2151,45	59,29	0,66 1,34	60,48 19,76	0,77 1,57	76,45 51,99

Таблица 3

**Результаты расчета технической эффективности установки
трех реклоузеров для участков сети**

Участок сети	$\Delta W_{\text{но}},$ кВт · ч/год	$\omega_{\text{п}},$ год ⁻¹	$T_{\text{п}},$ ч/год
Весь (без установки реклоузеров)	5284,28	1,67	3,27
От шин подстанции до реклоузера R1	531,07	0,67	1,31
После реклоузера R1	79,95	0,34	0,67
После реклоузера R2	280,34	0,40	0,78
После реклоузера R3	379,06	0,27	0,53

Таблица 4

**Результаты расчета технической эффективности установки
трех реклоузеров для участков сети с резервированием питания**

Участок сети	$\Delta W_{\text{но}},$ кВт · ч/год	$\Delta W_{\text{отп}},$ %	$\omega_{\text{п}},$ год ⁻¹	$\omega_{\text{п.отп}},$ %	$T_{\text{п}},$ ч/год	$T_{\text{п.отп}},$ %
Весь (без установки реклоузеров)	5284,28	—	1,67	—	3,27	—
От шин подстанции до реклоузера R1	254,91	95,17	0,54	67,67	0,63	80,73
После реклоузера R1	38,38	99,27	0,27	83,83	0,32	90,21
После реклоузера R2	134,56	97,45	0,32	80,84	0,37	88,67
После реклоузера R3	181,95	96,56	0,22	86,83	0,25	92,35

В зависимости от выбранного варианта установки реклоузера суммарный годовой недоотпуск электроэнергии по линии в целом снижается на 58–60 %. По недоотпуску электроэнергии и надежности оптимальным вариантом установки реклоузера будет первый вариант (табл. 2).

Для варианта установки трех реклоузеров с резервированием питания годовой недоотпуск электроэнергии понижается практически больше, чем в 10 раз и более

по сравнению базовым вариантом и вариантами с установкой одного реклоузера на ВЛ и, как следствие, с существенным повышением надежности электроснабжения потребителей (табл. 4).

Л и т е р а т у р а

1. Сазыкин, В. Г. Критерии оптимизации места установки реклоузера в распределительной сети 6–10 кВ / В. Г. Сазыкин, А. Г. Кудряков, А. А. Багметов / Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 1 (38). – С. 33–39.
2. Реклоузер вакуумный серии РВА/TEL : техн. информ. : ТШФГ 674153.101. – Изм. № 6. – М. : Рос. группа компаний «Таврида электрик», 2007. – 82 с.

УДК 316.34(476)

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ТОЧКИ РОСТА

Б. В. Чернейко, А. В. Кононович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. М. Кидун

Рассмотрены водородная энергетика, а также перспективы ее развития на мировом уровне.

Ключевые слова: водород, энергетика, альтернативные источники энергии.

HYDROGEN ENERGY – POINTS OF GROWTH

B. V. Cherneiko, A. V. Kononovich

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Scientific supervisor N. M. Kidun

This article discusses hydrogen energy. The perspective of its development at the global level.

Keywords: hydrogen, energy, alternative energy source.

Водород – первый элемент в таблице Менделеева. Это простое вещество, которое регулярно встречается во Вселенной: чаще всего водород можно найти в сочетании с другими элементами, такими как вода и органические соединения. С тех пор как появилась перспектива перехода на водородную энергетику с углеводородной, потребность в водороде существенно увеличилась. Водород представляет огромные перспективы при использовании в промышленности и энергетике, в первую очередь, с точки зрения его экологического потенциала, так как в качестве сырья для его получения могут быть использованы биомасса, уголь, атомная и возобновляемая энергия. Поэтому водородная энергетика – отрасль энергетики, основанная на использовании в качестве топлива водород.

Водород сам по себе не является новой энергетической технологией. Концепция использования водорода в качестве источника энергии восходит к XIX в., а водородные топливные элементы были разработаны более 150 лет назад. Однако его применение в качестве энергоносителя и его потенциальная роль в устойчивой энергетической системе привлекли значительное внимание в последние годы. Этот возобновленный интерес обусловлен поиском чистых энергетических альтернатив ископаемому топливу в особенности в контексте изменения климата и необходимости