

УДК 621.31:338.2(575.2)
DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-12-19

**ТЕХНОГЕННЫЕ УГРОЗЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

В.М. Касымова, В.И. Гусева, Г.Н. Курдюкова

Аннотация. Проведен сравнительный анализ степени изношенности оборудования и предельно-критического значения в системе энергокомпаний Кыргызской Республики, который позволил выявить наличие техногенных угроз энергетической безопасности. Техногенные угрозы энергетической безопасности, в том числе износ оборудования выше критического уровня в энергетической отрасли республики, приводят к нарушениям энергетического режима эксплуатации, веерным отключениям, хронически возникающим авариям, а также высоким потерям электроэнергии. Предложена градация по уровням техногенных угроз энергетической безопасности в соответствии с фактическим отклонением от предельно-критического значения степени изношенности оборудования: зеленый, желтый, оранжевый и красный уровни техногенных угроз. Выявлено, что основная масса используемого электрооборудования энергокомпаний в республике по степени износа соответствует красному уровню техногенных угроз энергетической безопасности.

Ключевые слова: электроэнергетика; энергетическая безопасность; техногенные угрозы; износ электрооборудования; аварийные отключения электроэнергии; технические потери электроэнергии.

**ТЕХНОГЕНДИК КОРКУНУЧТАР ЖАНА КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
ЭНЕРГЕТИКАЛЫК КООПСУЗДУГУН КАМСЫЗ КЫЛУУ**

В.М. Касымова, В.И. Гусева, Г.Н. Курдюкова

Аннотация. Кыргыз Республикасынын энергокомпаниялар системасындагы жабдуулардын эскирүү деңгээлине жана кооптуулуктун чегине жетүү маанисине салыштырмалуу талдоо жүргүзүлдү, ал энергетикалык коопсуздукка техногендик коркунучтардын бар экендигин аныктоого мүмкүндүк берди. Энергетикалык коопсуздукка техногендик коркунучтар, анын ичинде республиканын энергетика тармагында жабдуулардын кооптуу деңгээлден жогору эскириши энергетикалык режимдин бузулушуна, өчүрүүлөргө, өнөкөт аварияларга, электр энергиясынын жогорку жоготууларына алып келет. Энергетикалык коопсуздукка техногендик коркунучтардын деңгээли боюнча градация жабдуулардын эскирүү даражасынын кооптуулуктун маанисинен иш жүзүндөгү четтөөсүнө ылайык сунушталат: техногендик коркунучтардын жашыл, сары, кызгылт сары жана кызыл деңгээли. Республикада энергия компанияларынын колдонулуп жаткан электр жабдууларынын негизги массасы эскирүү даражасы боюнча энергетикалык коопсуздукка техногендик коркунучтардын кызыл деңгээлине туура келери аныкталган.

Түйүндүү сөздөр: электр энергетикасы; энергетикалык коопсуздук; техногендик коркунучтар; электр жабдууларынын эскириши; электр энергиясынын авариялык өчүрүлүшү; электр энергиясынын техникалык жоготуулары.

TECHNOGENIC THREATS AND ENERGY SECURITY OF THE KYRGYZ REPUBLIC

V.M. Kasymova, V.I. Guseva, G.N. Kurdyukova

Abstract. A comparative analysis of the degree of equipment wear and tear and the limit-critical value in the context of energy companies of the Kyrgyz Republic has revealed the existence of technogenic threats to energy security. Technogenic threats to energy security, including wear and tear of equipment above the critical level in the energy sector of the Republic, lead to violations of the energy mode of operation, fan outages, chronically occurring accidents, as well as high electricity losses. We propose gradation by levels according to the actual deviation from the limit-critical value of the degree of equipment wear and tear: green, yellow, orange and red level of technogenic threats to energy security. It was revealed that the bulk of the used electrical equipment of power companies in Kyrgyzstan according to the degree of wear corresponds to the red level of technogenic threats to energy security.

Keywords: electric power industry; energy security; technogenic threats; wear and tear of electrical equipment; emergency power outages; technical losses of electricity.

Энергетика является техническим фундаментом функционирования и развития всей экономики страны. Поэтому устранение техногенных угроз и обеспечение энергетической безопасности необходимы для успешного функционирования экономики каждой страны, в том числе Кыргызской Республики.

Энергетическая безопасность – важнейшая составляющая национальной безопасности любого государства. Под энергетической безопасностью, как известно, понимают «состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от угроз дефицита в обеспечении их потребностей в энергии экономически доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества, от угроз нарушений бесперебойности энергоснабжения» [1, с. 34].

Угрозы энергетической безопасности – это события, которые могут дестабилизировать работу энергокомплекса, нарушить энергообеспечение, привести к авариям и другим негативным последствиям.

Угрозы энергетической безопасности можно дифференцировать следующим образом:

- экономические,
- социальные,
- политические,
- техногенные,
- управленческие.

Техногенная угроза энергетической безопасности – это состояние оборудования, при котором создается опасность для субъектов и объектов государства, возникающая в результате аварии или катастрофы в энергетической отрасли.

Энергетическое производство характеризуется такой технологической особенностью, как «совпадение во времени процесса производства и потребления энергетической продукции», что предполагает, что электрическую энергию невозможно складировать и запасать. В свою очередь, данная особенность обуславливает высокие требования к надежности работы энергосистем и оборудования» [2, с. 18].

«Энергетическое оборудование подвергается физическому и моральному износу, из-за чего оно перестает соответствовать предъявляемым к нему требованиям и выполнять требуемые функции» [2, с. 275].

Традиционно к техногенным угрозам относят: «изношенность, низкий технический уровень и качество оборудования энергосистем; нарушение техники безопасности и правил технической эксплуатации систем и оборудования; нерациональное размещение энергетических объектов» [3, с. 1899].

Можно согласиться с утверждением ряда исследователей, что техногенные угрозы – это не только «нарастающий удельный вес морального и физически изношенного оборудования в энергетическом комплексе, снижение технического уровня объектов энергетики из-за недостаточного финансирования НИОКР» [4, с. 87], но и «снижение уровня подготовки высококвалифицированных кадров» для топливно-энергетической отрасли.

Анализ современного состояния основного фонда энергосектора Кыргызстана с точки зрения степени изношенности оборудования показывает, что он «уже находится на грани своих возможностей, и вызывает большое сомнение то, что эти сети смогут пропускать необходимые объемы энергии, которые постоянно растут. Почти половина генерирующих мощностей отслужили свой полезный срок эксплуатации» [5].

На рисунке 1 показана степень изношенности оборудования энергокомпаний в стране. Наиболее критическая ситуация наблюдается в АОА «Чакан ГЭС» – здесь оборудование изношено на 100 %. По другим объектам степень изношенности оборудования следующая [6]:

- в АОА «Жалалабатэлектро»
(ВЛ/КЛ 0,4-6-10-35кВ) – 49,3 %,
ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ) – 46,3 %;
- в АОА «Востокэлектро»
(ВЛ/КЛ 0.4-6-10-35кВ) – 56,7 %,

- ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ) – 45,6 %;
- в АОА «Ошэлектро»
(ВЛ/КЛ 0,4-6-10- 35кВ) – 71,5 %, ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ) – 68,7 %;
- в АОА «Северэлектро»
(ВЛ/КЛ 0.4-6-10- 35кВ) – 62 %, ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ) – 58 %;
- в АОА «Бишкектеплосеть»:
магистральные сети – 81,8 %, распределительные сети – 70,8 %;
- в АОА «НЭС Кыргызстана»:
ВЛ 110-220-500 кВ – 36 %, ПС 110-220-500 кВ – 69 %;
- в АОА «Электрические станции»:
ГЭС, ТЭЦ – 79,8 %.

Особенно острой проблемой в энергетической отрасли республики является текущее состояние сетей передачи электроэнергии. Из-за изношенности оборудования происходят большие потери электроэнергии. «Большинство линий электропередачи, построенных еще в 1960–1970-х гг., находятся в аварийном состоянии. В частности, передающие и распределительные сети разрушаются, что приводит к высоким техническим потерям электроэнергии» [7].

Следует отметить, что для оценки реального состояния и выявления угроз энергетической безопасности большое значение имеют не столько сами показатели, сколько их пороговые или предельно-критические значения. Пороговые значения – это предельные величины, несоблюдение которых способствует формированию разрушительных тенденций в области безопасности. «Предельно-критическим значением износа основных фондов принято считать 30 %, а свыше 30 % – опасным» [6].

Для выявления угроз энергетической безопасности проведем сравнение фактических данных по степени изношенности оборудования в энергокомпаниях страны и предельно-критическое значение износа основных фондов (таблица 1).

Как следует из данных таблицы 1, в настоящее время износ оборудования в энергетической отрасли Кыргызстана составляет в среднем 60 % и более [8]. Поскольку предельно-критическое значение износа основных фондов составляет 30 %, то можно сделать неутешительный вывод о том, что практически все энергокомпании используют оборудование, технические характеристики которого по степени изношенности значительно превышают данный индикатор, что свидетельствует о наличии реальной угрозы энергетической безопасности страны.

Авторы предлагают использовать следующую градацию по уровням угроз энергобезопасности в соответствии с фактическими отклонениями от предельно-критического значения степени изношенности оборудования:

- зеленый уровень 0 или отрицательное значение;
- желтый уровень +1–9;
- оранжевый уровень +10–29;
- красный уровень +30 и более.

Таким образом, износ оборудования в энергетической отрасли 30 % и менее – это зеленый уровень угрозы энергетической безопасности, если степень износа оборудования от 31 до 39 %, то уровень угрозы желтый. Оранжевый уровень угрозы энергетической безопасности означает отклонение от предельно-критического значения степени изношенности оборудования на +10–29 %. И наконец, отклонение от предельно-критического значения степени изношенности оборудования на +30 и более следует классифицировать как красный уровень угрозы энергетической безопасности. То есть, износ оборудования свыше 60 % – это красный уровень угрозы энергетической безопасности. В энергетике

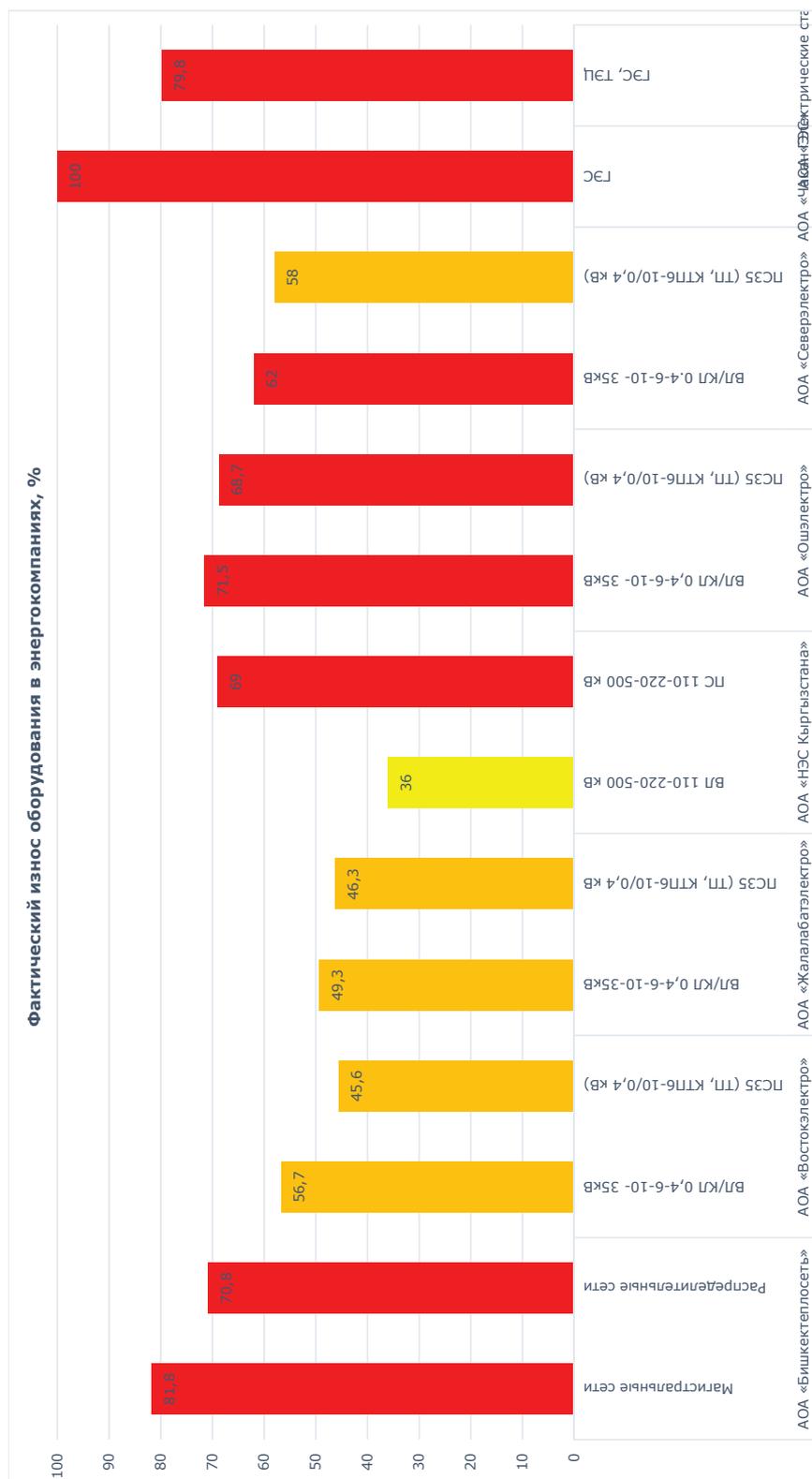


Рисунок 1 — Степень изношенности оборудования энергокомпаний [6]

Таблица 1 – Сравнительный анализ степени изношенности оборудования в энергокомпаниях Кыргызской Республики

№ п/п	Энергокомпания	Фактический износ оборудования, %	Предельно-критическое значение, %	Отклонение, + (-)	Уровень опасности
1	АОА «Бишкектеплосеть»		30		
	Магистральные сети	81,8		+51,8	Красный
	Распределительные сети	70,8		+40,8	Красный
2	АОА «Востокэлектро»				
	ВЛ/КЛ 0,4-6-10-35 кВ	56,7		+26,7	Оранжевый
	ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ)	45,6		+15,6	Оранжевый
3	АОА «Жалалабатэлектро»				
	ВЛ/КЛ 0,4-6-10-35 кВ	49,3		+19,3	Оранжевый
	ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ)	46,3		+16,3	Оранжевый
4	АОА «НЭС Кыргызстана»				
	ВЛ 110-220-500 кВ	36		+6	Желтый
	ПС 110-220-500 кВ	69		+39	Красный
5	АОА «Ошэлектро»				
	ВЛ/КЛ 0,4-6-10-35 кВ	71,5		+41,5	Красный
	ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ)	68,7		+38,7	Красный
6	АОА «Северэлектро»				
	ВЛ/КЛ 0,4-6-10-35 кВ	62	+32	Красный	
	ПС35 (ТП, КТП6-10/0,4 кВ)	58	+28	Оранжевый	
7	АОА «Чакан ГЭС»				
	ГЭС	100	+70	Красный	
8	АОА «Электрические станции»				
	ГЭС, ТЭЦ	79,8	+49,8	Красный	



Рисунок 2 – Количество аварийных отключений в Кыргызской Республике [6]

Кыргызстана основная масса электрооборудования энергокомпаний по степени износа соответствует красному уровню угрозы энергетической безопасности.

В свою очередь, накопление износа оборудования выше критического уровня в энергетической отрасли приводит к нарушениям энергетического режима эксплуатации, веерным отключениям, хронически возникающим авариям. На рисунке 2 приведен график аварийных отключений.

Следует отметить, что, согласно официальным данным, за последние годы количество аварийных отключений несколько снизилось. Если в 2014 г. произошло 9217 аварийных отключений, то в 2015 г. – 7632, в 2016 г. – 6892, а в 2019 г. – 4626 аварийных отключений, то есть почти в два раза меньше. В 2020–2021 гг. количество аварийных отключений несколько увеличилось по сравнению с 2019 г.: так в 2020 г. – было зафиксировано 4859, а в 2021 г. – 4824 аварийных отключений. Однако в 2021 г. было отмечено 4393 случаев аварийных отключений или на 47,6 % меньше, чем в 2014 году.

Согласно данным Министерства энергетики Кыргызской Республики, в 2022 г. «потребность населения в электроэнергии в предстоящий осенне-зимний сезон оценивается в 16 млрд 200 млн киловатт-часов. Для обеспечения населения бесперебойной электроэнергией были заключены соглашения об ее импорте с соседними государствами. Из Казахстана в осенне-зимний период будет получено 680 млн киловатт-часов, из Узбекистана – 504 млн и из Туркменистана – 498 млн. Веерные отключения не предусматриваются» [9].

Опасность техногенных угроз для населения и окружающей среды, а также для самих процессов устойчивого и качественного топливно- и энергоснабжения потребителей в значительной мере обусловлено наличием в энергетике большого количества химических, пожаро- и взрывоопасных производств и технологий. Во всех технических системах существует вероятность возникновения аварий и отказов по самым различным причинам. Основными причинами возникновения крупных аварий и катастроф за последние годы в Кыргызстане остаются:

- недопустимо высокий уровень износа основных производственных фондов в энергетике;
- низкое качество строительно-монтажных, ремонтных работ и эксплуатации энергетических объектов;
- низкий технический уровень и качество установленного оборудования.

По имеющимся данным, среди «нарушений в работе ЭЭС, классифицированных как аварии, наиболее распространенными являются:

- повреждения оборудования электростанций – около 60 %;
- повреждения элементов электрической сети – около 20%;
- разделение энергосистем на части – 2–3 %» [10, с. 167].

Не секрет, что недопустимо опасный уровень износа основных производственных фондов в энергетике республики является также причиной высоких технических и производственных потерь. На рисунке 3 приведен график потерь электроэнергии в сетях РЭК.

Кроме того, техногенные воздействия, как известно, способствуют:

- росту количества объемов последствий аварий;
- увеличению технологических нарушений и ремонтных затрат;
- росту аварийности оборудования;
- росту объемов недоотпуска энергии;
- большим потерям энергоносителей и энергии.

«Если до распада СССР потери энергии в энергосистеме Кыргызстана находились в пределах установленных норм (8–10 % от отпущенного количества энергии), то в последующие годы рост технических потерь значительно увеличился» [11, с. 146]. Так, в 2014 г. потери в сетях РЭК составляли 16,3 %, что почти в два раза больше технических потерь по сравнению с советским периодом. Однако если сравнивать потери электроэнергии в сетях РЭК за последние годы, то в 2015 г. они составили: 15,0 %, в 2016 г. – 13,9 %, в 2017 г. – 13,1 %, в 2018 г. – 12,7 %, в 2019 г. – 12,3 %, 2020 г. – 12,36 %, 2021 г. – 10,21 %.



Рисунок 3 – Потери электроэнергии в сетях РЭК, % [6]

Потери электроэнергии в энергосистеме Кыргызской Республики составили: 2018 г. – 15,21 %, в 2019 г. – 15,28 %, в 2020 г. – 15,56 %, в 2021 г. – 14,35 % [12], за счет потерь в сетях НЭСК выше норматива (3–4 %).

Таким образом, потери электроэнергии в энергосистеме Кыргызстана варьируют от 14,35 до 15,56 %, что свидетельствует о серьезных проблемах по обеспечению энергетической безопасности страны [13–14].

Проведенные исследования позволили сделать следующие **выводы**:

- энергетическая безопасность является важнейшей составляющей национальной безопасности государства;
- необходимо ускорить техническое перевооружение энергетической системы;
- следует заменить устаревшее оборудование и электрические сети всех классов напряжений;
- необходимо руководствоваться пороговыми значениями энергобезопасности при разработке плана мер по развитию энергосистемы Кыргызстана.

Поступила: 18.08.22; рецензирована: 01.09.22; принята: 05.09.22.

Литература

1. Федоров М.П. Энергетические технологии и мировое экономическое развитие: прошлое, настоящее, будущее / М.П. Федоров, В.Р. Окорочков. СПб., 2010. 250 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskaya-bezopasnost-opredelenie-ponyatiya-i-suschnost/viewer> (дата обращения: 13.08.2022).
2. Экономика энергетики: учебник / Н.Д. Роголев, Г.Н. Курдюкова, Е.Ю. Абрамова и др. М.: Изд-во МЭИ, 2021. 404 с.
3. Ковалёв А.А. Энергобезопасность как составляющая национальной безопасности в условиях геополитического противостояния / А.А. Ковалёв, А.И. Балашов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. № 10. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.10.1896>.
4. Кондраков О.В. Классификация угроз энергетической безопасности региона / О.В. Кондраков // Социально-экономические явления и процессы. Тамбов, 2012. № 10(044), 2. URL: <https://www.osce.org/files/f/documents/8/d/293556.pdf> (дата обращения: 12.08.2022).
5. Энергетика Кыргызстана 2020 по заказу ГКПЭН. URL: <https://nehk.energo.kg/uploads/download/410389af95bb035c942ea0c1ed4a95d8.pdf> (дата обращения: 10.08.2022).
7. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/d09067e56f5e3e092e150cba0257da9e-0080012021/original/The-State-of-the-Kyrgyz-Energy-Sector-June-2021-ru.pdf>

8. URL: <https://nehk.energo.kg/uploads/download/410389af95bb035c942ea0c1ed4a95d8.pdf> (дата обращения: 09.08.2022).
9. URL: https://24.kg/obschestvo/240748_budutli_zimoy_veernye_otklyucheniya_sveta_otvet_ministra_energetiki/ (дата обращения: 12.08.2022).
10. Энергетическая безопасность Кыргызской Республики. Бишкек: Алтын принт, 2011. 188 с.
11. *Касимова В.М.* Энергетическая политика безопасность, энергобезопасность и энергоэффективность Кыргызской Республики / В.М. Касимова, А.В. Архангельская. Бишкек: Берек-Элде, 2014. 270 с.
12. Баланс электрической энергии энергосистемы Кыргызстана. URL: <https://esep.energo.kg/?p=2051>.
13. *Касимова В.М.* Основы Энергетической политики и Стратегии развития ТЭК до 2030 г. / В.М. Касимова, А.В. Архангельская и др. Бишкек: Берек-Элде, 2017.
14. *Касимова В.М.* Основы антикризисного управления в энергетике Кыргызской Республики / В.М. Касимова. Бишкек: Инсанат, 2009.