

УДК 330.131.7

Е.И. ТЫМУЛЬ, канд. экон. наук,
доцент кафедры «Экономика и организация энергетики»
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь



Статья поступила 24.03.2026 г.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

***Целью** является исследование возможности применения точек риска для построения наиболее эффективной модели управления рисками теплоэлектростанций.*

***Материалы и методы.** Теоретической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных авторов, а также ранее полученные автором результаты исследования по изучаемой тематике. Применены общелогические методы научного исследования, такие как анализ, синтез и обобщение.*

***Результаты.** В статье проведен анализ использования точек риска на основе системы НАССР в пищевой промышленности, определена последовательность действий при использовании данной системы, выявлена специфика понятия «критические точки» в данной системе. Рассмотрены особенности энергетического производства. Исследована возможность использования точек риска для определения ответственных за риски как один из этапов формирования модели управления рисками теплоэлектростанций. Особое внимание уделено анализу точек производственно-технического, экологического риска, а также риска технической безопасности, определены ответственные за эти риски.*

***Заключение.** Долгосрочная энергетическая политика Республики Беларусь, основываясь на принципах устойчивого социально-экономического развития, нацелена на обеспечение энергетической безопасности страны как одного из важнейших компонентов национальной безопасности. Обеспечение эффективной работы Белорусской энергосистемы в условиях устойчивого социально-экономического развития может быть достигнуто путем ее адаптации к потенциально рискованным факторам внешней и внутренней среды. Поэтому предложенное автором методическое обеспечение управления рисками теплоэлектростанций на основе выявленных точек рисков позволит не только осуществлять мониторинг рисков, своевременно реагировать на их возникновение, но и предпринимать упреждающие действия, направленные на предотвращение наступления опасных событий с целью снижения потерь и минимизации возможных ущербов.*

***Ключевые слова:** управление рисками, теплоэлектростанция, точки риска, ответственный за риск, эффективное управление.*

TYMUL E.I., PhD in Econ. Sc.,
Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Energy
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

ORGANIZATIONAL ASPECT OF FORMING ELEMENTS OF A RISK MANAGEMENT MODEL IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

The aim is to study the possibility of using risk points to build the most effective risk management model for thermal power plants.

Materials and Methods. The theoretical basis of the study was the works of Russian and international authors, as well as the author's previously obtained research results on the topic under study. General logical research methods, such as analysis, synthesis, and generalization, were used.

Results. This article analyzes the use of risk points based on the HACCP system in the food industry, defines the sequence of actions for using this system, and identifies the specifics of the concept of "critical points" within this system. The specifics of energy production are considered. The possibility of using risk points to determine risk responsibilities is explored as one of the stages in developing a risk management model for thermal power plants. Particular attention is paid to the analysis of production, technical, environmental, and technical safety risks, and those responsible for these risks are identified.

Conclusion. The long-term energy policy of the Republic of Belarus, based on the principles of sustainable socio-economic development, aims to ensure the country's energy security as a critical component of national security. Ensuring the efficient operation of the Belarusian energy system in the context of sustainable socio-economic development can be achieved by adapting it to potentially risky external and internal environmental factors. Therefore, the methodological support for risk management at thermal power plants proposed by the author, based on the identified risk points, will allow not only to monitor risks and promptly respond to their occurrence, but also to take proactive actions aimed at preventing the occurrence of hazardous events in order to reduce losses and minimize possible damage.

Keywords: risk management, thermal power plant, risk points, risk manager, effective management.

Введение. Построение эффективной системы управления рисками – это сложный и многоэтапный процесс. Одним из важных этапов является определение ответственных за риск или владельца риска, основными функциями которого будет являться оценка риска, разработка мер по управлению рисками, а также мониторинг. Поэтому ответственными за риски должны быть работники, обладающие высокой компетенцией и глубокими знаниями производственных и экономических процессов предприятия. Каждый риск является комплексной величиной. В связи с этим необходимо учитывать все его элементы, чтобы подобрать наиболее подходящих ответственных за риск. Одним из способов назначения ответственных за риск является определение точек риска.

Основная часть. Наиболее широкое применение точки риска получили в пищевой промышленности. Речь идет о системе HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) – анализе риска по критическим контрольным точкам. В технологическом процессе производства пищевых продуктов выделяют те этапы, где опасные факторы (биологические, химические, физические) могут угрожать безопасности продукции. То есть критические контрольные точки в системе HACCP являются инструментами контроля в форме различных мероприятий, направленных

на повышение безопасности при выпуске продуктов питания и приготовления блюд в общепите [1].

При использовании системы HACCP пищевыми предприятиями необходимо придерживаться следующих шагов:

1. Проведение анализа опасных факторов.
2. Определение критических контрольных точек (ККТ).
3. Установление предельных значений для каждой ККТ.
4. Введение системы контроля за ККТ.
5. Установление корректирующих действий, при выходе значений в ККТ за пределы допустимых.
6. Оценка эффективности системы HACCP.
7. Разработка процесса документирования всех процедур.

Согласно этой системе, контрольные критические точки – это те этапы производственного процесса, в целом, и технологического процесса, в частности, на которых вероятность «загрязнения» продукции максимальна. Для этих ККТ определяются верхнее и нижнее пороговые значения, при выходе за которые принимаются меры по устранению и дальнейшему предупреждению угроз. Величина пороговых значений для ККТ определяется с помощью нормативных актов или ме-

тодических рекомендаций специальных контролирующих органов [2].

Таким образом, согласно системе НАССР, контрольные критические точки – это места, где непосредственно возникает тот или иной риск. Однако, мы считаем, что категория «риск» является комплексной величиной, которая формируется под влиянием различных факторов и включает в себя различные элементы.

Особенности вида экономической деятельности требуют разных подходов к формированию модели управления рисками. Это касается, прежде всего, особенностей технологии производства товара или оказания услуги. Например, в энергетике это обусловлено особым порядком трансформации ресурсов при генерации, передаче, распределении и сбыте (отпуске) энергии потребителям. В этой связи, была предложена авторская модель управления рисками и алгоритм ее реализации, которые позволили систематизировать основные принципы, функции и процессы управления рисками и обосновать возможность применения точек риска для определения ответственных за риски на теплоэлектростанциях [3].

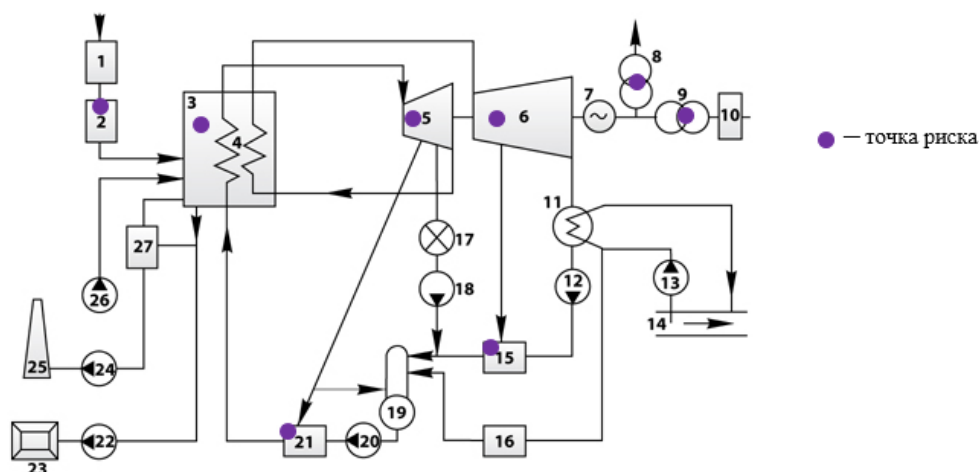
К примеру, производственно-технический риск на теплоэлектростанциях формируется под влиянием таких факторов, как техниче-

ское состояние оборудования, выполнение правил эксплуатации, соблюдение графика планово-предупредительных ремонтов и т.д. В тоже время, источниками производственно-технического риска является любой элемент используемого на электростанции оборудования. Таким образом, определение ККТ согласно принципам НАССР на теплоэлектростанциях невозможно.

Таким образом, определение точек риска в технологическом процессе генерации энергии позволит определить наиболее подходящих по компетенции ответственных за риск.

Для стабильной работы ТЭЦ наибольшее значение имеет производственный процесс, а, следовательно, и учет производственно-технического риска, поэтому выявление точек риска на ТЭЦ было проведено в первую очередь для этого риска. Для исследования была выбрана одна из действующих теплоэлектроцентралей Республики Беларусь. Проведенный анализ показал, что главные точки производственно-технического риска на теплоэлектростанции находятся в основном на крупном электротехническом оборудовании: котле, главном паропроводе и турбине.

Отметим выявленные в ходе исследования точки производственно-технического риска на схеме теплоэлектростанции (рисунок 1).



1 – топливное хозяйство; 2 – подготовка топлива; 3 – котел; 4 – промежуточный пароперегреватель; 5 – часть высокого давления паровой турбины; 6 – часть низкого давления паровой турбины; 7 – электрический генератор; 8 – трансформатор собственных нужд; 9 – трансформатор связи; 10 – главное распределительное устройство; 11 – конденсатор; 12 – конденсатный насос; 13 – циркуляционный насос; 14 – источник водоснабжения (например, река); 15 – подогреватель низкого давления; 16 – водоподготовительная установка; 17 – потребитель тепловой энергии; 18 – насос обратного конденсата; 19 – деаэратор; 20 – питательный насос; 21 – подогреватель высокого давления; 22 – шлакозолоудаление; 23 – золоотвал; 24 – дымосос; 25 – дымовая труба; 26 – дутьевой вентилятор; 27 – золоуловитель

Рисунок 1. – Точки производственно-технического риска на теплоэлектростанции

Примечание – Разработка автора на основе [4, с. 31].

На рисунке 1 видно, что точки производственно-технического риска располагаются не только на основном оборудовании, но и в пункте подготовки топлива. Поэтому ответственными за производственно-технический риск должны быть назначены начальники топливного, электрического и котлотурбинного цехов [5, с. 176–179].

Еще одним значимым для энергетического предприятия риском является экологический риск, который проявляется через воздействие на окружающую среду.

Энергетические предприятия, несомненно, являются источником повышенной опасности для экологии. В зависимости от того, к какому типу относится электростанция (тепловая, атомная, гидро- и т.д.), имеются особенности производственных процессов генерации энергии, поэтому в значительной мере различается и степень влияния их на окружающую среду. В таблице 1 проведен сравнительный анализ влияния различных видов электростанций на элементы окружающей среды.

Одним из основных источников экологического воздействия теплоэлектростанций на окружающую среду конечно же являются различные выбросы в атмосферу. Основные факторы экологического риска для теплоэлектростанций – это выбросы в воздух, сбросы в воду и тепловое воздействие станции на окружающую среду (рисунок 2).

Основное количество выбросов в окружающую среду теплоэлектростанция производит через дымовую трубу. Чтобы снизить вредное воздействие дымовых выбросов в атмосферу, необходимо минимизировать ис-

пользования мазута в качестве топлива в технологическом процессе, так как дымовые газы после сжигания мазута имеют в своем составе большее количество вредных элементов и соединений, чем при сжигании газа.

Количество выбросов в воздух от тепловой электростанции контролируется городскими экологическими службами. Для этого по каждой теплоэлектростанции имеется несколько контрольных точек для замеров выбросов, особенно в жилых районах. Теплоэлектростанция обязана сообщать экологическим службам о том, в какой момент она использует мазут в качестве топлива. В это время специальными службами будут проведены замеры объемов выбросов в контрольных точках. Также часть вредных выбросов в атмосферу происходит посредством их испарения при рециркуляции мазута (при подогреве мазута паром). Минимизация использования мазута в качестве топлива снижает и тепловые выбросы, так как температура выхлопных газов при сжигании газа около 130 °С, а мазута – более 160 °С. Контроль выбросов в атмосферный воздух осуществляет автоматизированная система контроля выбросов загрязняющих веществ.

Для уменьшения такого фактора риска как сбросы в воду требуется минимизация истоков. Сброс нормативно чистых (очищенных) производственных сточных вод от теплоэлектростанции обычно производится по дождевым коллекторам и оплачивается по тарифам, заданных УП «Горремливнесток», если объем сброса находится в пределах нормативных значений.

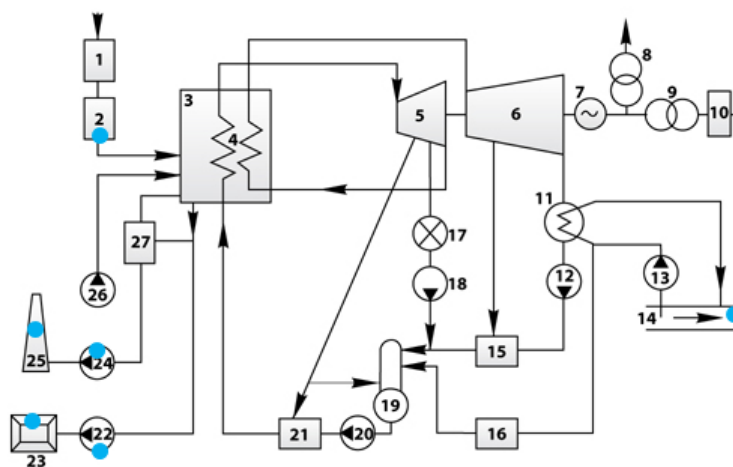


Рисунок 2. – Точки экологического риска на теплоэлектростанции

Примечание – Разработка автора на основе [4, с. 31].

Таблица – Экологическое воздействие деятельности электрических станций на объекты окружающей среды

Виды электростанций	Объекты экологического воздействия			Экосистемы и человек
	Атмосферный воздух	Почвы и грунт	Водный бассейн	
ТЭЦ	При сжигании твердого топлива в атмосферу поступают летучая зола с частицами недогоревшего топлива, Выбросы от ТЭС содержат оксиды серы (SO ₂), оксиды азота (NO _x), тяжёлые металлы (мышьяк, свинец, кадмий, ванадий), мелкодисперсную пыль. Выбросы этих веществ являются причиной кислотных дождей, заболеваний дыхательной системы. Сжигание угля и газа приводит к выбросам огромного количества CO ₂ .	Золоотвалы и шлакоотвалы требуют значительных площадей для захоронения и создают риск загрязнения почвы и грунта.	Сброс в водоемы сточных вод и ливневых стоков, загрязненных отходами технологических циклов энергоустановок и содержащих ванадий, никель, фтор, фенолы и нефтепродукты, может оказать влияние на качество воды и водные организмы	Из-за высокого потребления кислорода при горении топлива вблизи крупных станций может наблюдаться снижение его концентрации в воздухе.
КЭС			Тепловое загрязнение воды, что приводит к «цветению» воды, уменьшению способности газов растворяться в воде, изменению физических свойств воды, ускорению всех химических и биологических процессов, протекающих в ней	
АЭС	При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных элементов в окружающую среду крайне незначительны и в среднем в 2-4 раза меньше, чем от ТЭС одинаковой мощности.	Требуется специальная обработка и долгосрочное хранение отходов, для чего необходимо строительство глубинных хранилищ	Аналогично ТЭС, вызывают тепловое загрязнение водоемов	Одной из главных экологических опасностей АЭС связана с возможностью аварии и несмотря на то, что эта вероятность на современных АЭС невелика, но она не исключается.
ГЭС	Различие тепловых балансов водохранилищ и прилегающей суши (понижение температуры воздуха, увеличение туманных явлений) приводит к формированию местных ветров типа бризов, что в значительной мере влияет на сельское хозяйство в данных регионах.	Отчуждение значительных площадей плодородных земель под водохранилища, и подтопление земель, заболачивание земель, абразионные процессы.	Абразионные процессы береговой линии, загрязнение вод, тепловое загрязнение.	Нарушение пути миграции рыб, разрушение кормовых угодий, нерестилищ.

Виды электростанций	Объекты экологического воздействия			
	Атмосферный воздух	Почвы и грунт	Водный бассейн	Экосистемы и человек
ВЭС	При работе ВЭС загрязнение атмосферного воздуха не происходит.	Ветропарки требуют больших площадей, однако сами установки занимают лишь около 1% территории, позволяя использовать остальные 99% для сельского хозяйства.	ВЭС не использует воду.	Столкновение с лопастями приводит к гибели птиц и летучих мышей, Акустическое воздействие, включая инфразвук, значительно влияет на самочувствие людей. Изменение маршрутов мигрирующих птиц.

Примечание – Разработка автора на основе [6, 7]

При превышении нормативного количества стоковых вод тариф увеличивается согласно кратности превышения. На теплоэлектростанциях могут существовать пруды сбора дождевых стоков, которые используются в системах пожаротушения или для обеспечения технических нужд. Тем самым уменьшается количество сбрасываемых в дождевые коллекторы стоков.

Загрязнение подземных вод происходит в районе шламоотвала, который обеспечивает длительное хранение отходов. Хранение отходов осуществляется в контейнерах. Отходы у теплоэлектростанций города Минска забирает ОДО «Экология города», за что станции возмещают городу согласно тарифам. Одним из возможных способов снижения данного фактора риска является контроль количества хранимых отходов, чтобы они не превышали более 1 транспортной единицы. Также загрязнение подземных вод происходит во время водоподготовки.

Согласно анализу точек экологического риска, ответственными за риск целесообразно назначить начальников химического и топливного цеха, которые должны работать в тесном сотрудничестве с лабораторией промышленной экологии.

Производственный процесс генерации энергии на теплоэлектростанциях является высокотехнологическим процессом, в котором задействовано большое количество оборудования и технологических процессов с повышенной опасностью для работников. Теплоэлектростанции в соответствии с Зако-

ном Республики Беларусь от 5 января 2016 г. №345-З «О промышленной безопасности» являются опасными производственными объектами, относящимися к III типу опасности. Согласно данному Закону основными источниками производственной опасности на теплоэлектростанциях является оборудование, работающее под избыточным давлением (паровые и водогрейные котлы, трубопроводы пара и горячей воды), объекты газораспределительной системы и газопотребления, а также объекты, где возможно образование взрывоопасных сред и хранятся опасные вещества (резервуарный парк хранения мазута) [8].

Для определения точек риска технической безопасности (то есть риска, связанного с безопасностью работающих на теплоэлектростанции людей) был проведен анализ реестра опасностей и рисков по подразделениям тепловой электростанции. Проведенный анализ показал, что наиболее часто возникающие случаи связаны с воздействием экстремальных температур, поражение электрическим током и падение во время передвижения по ровной поверхности и с лестницы. В соответствии с этим были определены основные точки риска технической безопасности, представленные на рисунке 3. Ответственными за риск технической безопасности должны быть назначены начальники цехов и подразделений, где выполняются наиболее опасные с точки зрения производственных происшествий работы.

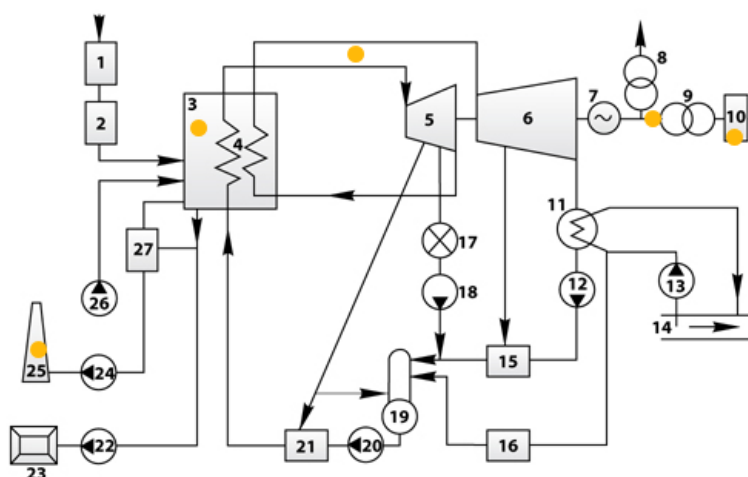


Рисунок 3. – Точки риска технической безопасности на теплоэлектростанции

Примечание – Разработка автора на основе [4, с. 31].

В связи с этим ответственными за риск технической безопасности наряду с отделом надежности, охраны труда, пожарной и промышленной безопасности целесообразно назначить начальников электрического и котлотурбинного цехов.

Заключение. Таким образом, определение критических точек производственно-технического, экологического и риска технической безопасности позволило определить ответственных за эти риски с учетом вероятности и значимости возникающих опасных ситуаций при генерации энергии. Это позволит повысить эффективность системы управления рисками на ТЭЦ, прогнозировать вероятность наступления того или иного негативного события в деятельности ТЭЦ, повысить качество мониторинга рисков, минимизировать возможные ущербы от воздействия рисков. Применение подобной методики на промышленных предприятиях других видов экономической деятельности также поможет в определении владельцев тех или иных рисков данного предприятия.

Список использованных источников

1. Критические контрольные точки в ХАССП : [сайт]. – URL: <https://garantx.ru/haccp/kriticheskie-kontrolnye-tochki-v-haccp/> (дата обращения: 17.02.2026)
2. ХАССП: основные принципы контроля безопасности пищевых производств : [сайт]. – URL: https://vils.ru/articles/khassp-osnovnye-printsipy-kontrolya-bezopasnosti-pishchevykh-proizvodstv/?srsltid=AfmBOopxYKN5jndf53OtkwkE9gY-m5Xp5YD5kF3DSg-m_bxTMSarvNCt (дата обращения: 17.02.2026)
3. Тымуль, Е. И. Методическое обеспечение управления рисками теплоэлектростанций Республики Беларусь : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Тымуль Евгения Игоревна ; Академия управления при Президенте Республики Беларусь. – Минск, 2025. – 26 с.
4. Полещук, И. З. Введение в теплоэнергетику : учеб. пособие / И. З. Полещук, Н. М. Цирельман. – Уфа : Уфим. гос. авиац. техн. ун-т, 2003. – 105 с.
5. Тымуль, Е. И. Использование точек риска в системе управления рисками теплоэлектростанций / Е. И. Тымуль // Наука и техника. – 2024. – Т. 23, № 2. – С. 172–180.
6. Черных, М. А. Экологические проблемы энергетики и пути их решения / М. А. Черных // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология : Материалы Международной научной конференции, Алушта-Белгород, 30 мая – 03 июня 2022 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им В. Г. Шухова, 2022. – С. 50-57.
7. Жабо, В. В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС / В. В. Жабо. – М.: Энергоатомиздат, 2012. – 240 с.
8. О промышленной безопасности : закон Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11600354> (дата обращения: 03.03.2026).

References

1. *Kriticheskie kontrolnye tochki v KhASSP* [Critical control points in HACCP]. (In Russian) Available at: <https://garantx.ru/haccp/kriticheskie-kontrolnye-tochki-v-haccp/> (accessed 17.02.2026)
2. *KhASSP: osnovnye printsipy kontrolya bezopasnosti pishchevykh proizvodstv* [HACCP: basic principles of food production safety control]. (In Russian) Available at: https://vils.ru/articles/khassp-osnovnye-printsipy-kontrolya-bezopasnosti-pishchevykh-proizvodstv/?srsltid=AfmBOopxYKN5jndf53OtkwkE9gY-m5Xp5YD5kF3DSg-m_bxTMSarvNCt (accessed 17.02.2026)
3. Tymul, E. I. *Metodicheskoe obespechenie upravleniya riskami teploelektrostantsiy Respubliki Belarus* [Methodological support for risk management of thermal power plants of the Republic of Belarus]. Abstract of Ph. D. thesis. – Minsk, 2025, 26 p. (In Russian)
4. Poleshchuk, I. Z. *Vvedenie v teploenergetiku* [Introduction to heat power engineering]. Ufa, Ufa State Aviation Technical University, 2003, 105 p. (In Russian)

5. Tymul, E. I. *Ispolzovanie tochek riska v sisteme upravleniya riskami teploelektrostantsiy* [Using risk points in the risk management system of thermal power plants]. *Nauka i tekhnika* [Science and technology]. Minsk, 2024, Vol. 23, no. 2, pp. 172-180. (In Russian)
6. Chernykh, M. A. *Ekologicheskie problemy energetiki i puti ikh resheniya* [Environmental problems of energy and ways to solve them]. *Ratsionalnoe ispolzovanie prirodnnykh resursov i pererabotka tekhnogennogo syrya: fundamentalnye problemy nauki, materialovedenie, khimiya i biotekhnologiya : Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Rational Use of Natural Resources and Processing of Man-Made Raw Materials: Fundamental Problems of Science, Materials Science, Chemistry and Biotechnology: Proceedings of the International Scientific Conference]. Belgorod. 2022. pp. 50-57. (In Russian)
7. Zhabo, V. V. *Okhrana okruzhayushchey sredy na TES i AES* [Environmental protection at thermal power plants and nuclear power plants]. Moscow, Energoatomizdat, 2012. 240 p. (In Russian)
8. *O promyshlennoy bezopasnosti : zakon Respubliki Belarus* [On Industrial Safety: Law of the Republic of Belarus]. Natsional'nyj pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus' [National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11600354> (accessed 03.03.2026).

Received 24.03.2026