

The Leningrad nuclear power plant Accident (1975) in the context of the Chernobyl preconditions

Svyatoslav L. Yusov

Institute of History of Ukraine, NAS of Ukraine
Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher (Ukraine)
email: yusov.sv@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9534-636X>

ResearcherID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/LTD-4135-2024>

Valeriy M. Sheretyuk

Rivne State Humanitarian University
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
email: v.sheretiuk@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3280-7744>

Tetyana O. Karpukhina

Rivne State Humanitarian University
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
email: tetiana.karpukhina@rshu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0387-1971>

Abstract.

The purpose of the study is to reconstruct and analyze a set of issues related to the accident at the Leningrad NPP in the context of clarifying the prerequisites of the Chernobyl disaster. Our study examines issues related to the accident at Unit 1 of the Leningrad NPP (LNPP) in 1975. This is the largest accident in the «pre-Chernobyl» period, a precursor to Chernobyl. This topic remains ignored in domestic historical scientific literature. The article by the co-authors, based on published sources, mostly memoirs, attempts to highlight a number of aspects related to the accident at the Leningrad NPP. **The research methodology** is based on a combination of general scientific (analysis, synthesis, generalization) and special historical (historical-genetic, historical-typological, historical-comparative) methods with the principles of historicism, systematicity, scientificity and verification. **The scientific novelty** of the work lies in the fact that the development of aspects related to the problems of the history of nuclear energy in the USSR is almost not studied in domestic historical science. In this regard, in particular, the study of the prehistory and prerequisites of the Chernobyl disaster is important. **Conclusions.** It was established that the design of the RBMK-1000 reactor and other technological systems of the power unit were far from perfect. It has been established that the design of the RBMK-1000 reactor and other technological systems of the power unit were far from perfect. It is shown that the process of improving the reactor installation took place during installation and operation, including through various experiments. The available sources to a certain extent make it possible to reconstruct the causes, prerequisites, nature and circumstances of this accident. First of all, it is found that the accident revealed serious shortcomings of the RBMK-1000 reactor. The article highlights the socio-economic and human factors of the accident. In particular, it is shown that at Soviet nuclear power plants the policy of prioritizing the plan for generating electricity over the requirements of regulatory documents for the safe operation of the reactor dominated. A similar phenomenon occurred at the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP). Based on the sources, it was possible to clarify the key role in creating the accident of a certain person, namely the senior reactor control engineer Mikhail Karrask. Our study also pays attention to covering the work of the special commission to investigate the accident. In this regard, it was particularly important to understand whether information about the nature of the accident and the commission's recommendations on improving the operation of the RBMK-1000 reactor reached the attention of the personnel of other nuclear power plants, primarily the Chernobyl NPP.

Keywords: nuclear accident, Chernobyl prerequisites, Leningrad NPP, RBMK-1000.

Аварія на Ленінградській АЕС (1975) у контексті передумов Чорнобиля**Святослав Юсов**

Інститут історії України НАН України
кандидат історичних наук, старший науковий співробітник (Україна)
e-mail: yusov.sv@ukr.net
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9534-636X>
ResearcherID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/LTD-4135-2024>

Валерій Шеретюк

Рівненський державний гуманітарний університет
кандидат історичних наук, доцент (Україна)
e-mail: v.sheretiuk@ukr.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3280-7744>
ResearcherID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/LUY-4708-2024>

Тетяна Карпукхіна

Рівненський державний гуманітарний університет
кандидат історичних наук, доцент (Україна)
e-mail: tetiana.karpukhina@rshu.edu.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0387-1971>
ResearcherID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/LUY-4636-2024>

Анотація.

Мета дослідження є реконструкція й аналіз комплексу питань, що пов'язані з аварією на ЛАЕС у контексті з'ясування передумов чорнобильської катастрофи. В нашому дослідженні розглядаються питання, що пов'язані з аварією на 1-му енергоблоці Ленінградській АЕС (ЛАЕС) 1975 р. Це найбільша аварія в «дочорнобильський» період, провісник Чорнобиля. У вітчизняній історичній науковій літературі ця тема залишається поза увагою. В статті співавторів на основі опублікованих джерел, здебільшого мемуарного характеру, робиться спроба висвітлити низку аспектів, що стосуються аварії на ЛАЕС. **Методологія дослідження** ґрунтується на поєднанні загальнонаукових (аналізу, синтезу, узагальнення) та спеціально-історичних (історико-генетичного, історико-типологічного, історико-порівняльного) методів з принципами історизму, системності, науковості та верифікації. **Наукова новизна** роботи полягає в тому, що розробка аспектів, які пов'язані з проблематикою історії атомної енергетики СРСР у вітчизняній історичній науці майже не досліджуються. У цьому зв'язку, зокрема, важливим є вивчення передісторії та передумов Чорнобильської катастрофи. **Висновки.** Встановлено, що проєкт реактора РВПК-1000 та інших технологічних систем енергоблока були значно далекі від досконалості. Показано, що процес покращення реакторної установки відбувався під час монтажу й експлуатації, в тому числі за допомогою різних експериментів. Наявні джерела до певної міри дають можливість реконструювати причини, передумови, характер та обставини цієї аварії. Насамперед з'ясовано, що аварія виявила серйозні недоліки реактора РВПК-1000. У статті виокремлено соціально-економічні та людські чинники аварії. Зокрема показано, що на радянських АЕС домінувала політика пріоритету плану з вироблення електроенергії над вимогами нормативних документів щодо безпечної роботи реактора. Подібне явище відбувалося й на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС). На основі джерел вдалося з'ясувати ключову роль у створенні аварії певної особи, а саме старшого інженера управління реактором Михайла Карраска. В нашому дослідженні також приділена увага висвітленню роботи спеціальної комісії з розслідування аварії. В цій площині, зокрема, було важливим зрозуміти, чи інформація про характер аварії й рекомендації комісії стосовно вдосконалення роботи реактора РВПК-1000 дійшли до відома персоналу інших атомних станцій, передусім ЧАЕС.

Ключові слова: ядерна аварія, передумови Чорнобиля, Ленінградська АЕС, реактор РВПК-1000

Постановка проблеми. У сучасних умовах розробка питань історичного минулого, що пов'язані з (не)безпечним функціонуванням АЕС набуває неабияку актуальність. Залишається також малодослідженим комплекс передумов чорнобильської трагедії. В цьому сенсі продуктивним є вивчення впливу різних факторів, зокрема людських та соціально-економічних, які призводили до виникнення тих чи інших аварійних інцидентів на тогочасних ядерних енергоблоках. Адже ці фактори мають прямий стосунок до причин, що призвели до однієї з найбільших технологічних катастроф ХХ ст. (Юсов, 2022, с. 700). Професор історії

Альбертського університету та директор програми вивчення сучасної України ім. Стасюка Канадського інституту українських студій Девід Марпл ще в далекому 1986 р. у своїй монографії справедливо зазначав, що аварію на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) неможливо адекватно проаналізувати без знання найближчої передісторії радянської атомної енергетики (Marples, p. 34).

У СРСР з початку 1970-х рр. із масовим будівництвом та пуском енергоблоків на цивільних АЕС починають відбуватися аварійні інциденти. Найбільшою аварією в «дочорнобильський» період стала аварія на Ленінградській АЕС (ЛАЕС). За міжнародною шкалою ядерних подій вона отримала третій рівень (аварія на ЧАЕС – 7 рівень). Варто зауважити, що аварія на ЛАЕС розглядається спеціалістами як провісник Чорнобильської катастрофи (Чернобыльская авария, 1993, 88), її «репетицією» (Кузнецов, 2006, 487) або «мікрочорнобилем» (Баранцев, 1998, 348).

Аналіз джерел та останніх досліджень. Тема аварійних інцидентів на ЛАЕС у контексті передісторії та передумов чорнобильської катастрофи у вітчизняних історичних та в інших наукових дослідженнях майже не розглядалась. Опублікованих документів, що стосуються аварії та її передісторії обмаль. Відтак, важливе джерельне значення має збірник спогадів і статей співробітників ЛАЕС видання 1998 р. (Ленинградская АЭС, 1998). Значну допомогу для історика нашої проблематики дають фахові аналітичні та джерельні матеріали, котрі розміщено на персональному сайті авторитетного фізика-науковця Віктора Дмитрієва¹ серед них є праці, як власника сайту, так й інших авторів).

Серед англо-американських дослідників (але, також не істориків) цією темою, принагідно, займалися британець Ендрю Ливербарроу (Ливербарроу, 2019) та американець Адам Гігінботам (Гігінботам, 2021). Хоча названі автори не професійні історики, але їх праці вповні відповідають вимогам наукового дослідження (особливо праця А. Гігінботама). Е. Ливербарроу при висвітленні обставин аварії спирається на частину матеріалів із сайту В. Дмитрієва, а також і на спогади Віталія Борця². Останній автор у той час проходив стажування на ленінградській станції як представник від ЧАЕС (Ливербарроу, 2019, с. 24–25). Проте, зауважимо, що В. Борець, окрім того, що фактично був стороннім спостерігачем на станції, ще й саму аварію не бачив (Борець, 2009).

Доступно й інформативно висвітлює передумови, причини та обставини аварії А. Гігінботам (Гігінботам, 2021, с. 42–44). Висвітлюючи обставини аварії, він передусім, спирається на інтернет-статтю (аналітичні спогади-коментар) Віктора Абакумова³ (Абакумов, 2013). Утім, американський автор не використав інші окремі коментарі В. Абакумова до некрологу та спогадів інженера-енергетика Михайла Караска⁴, що додатково допомагають розкрити певні обставини та наслідки аварії (Абакумов, 2019; Абакумов, 2020а; Абакумов, 2020b; Абакумов, 2024а, Абакумов, 2024b, Абакумов, 2024с). А. Гігінботам випустив з уваги також і важливі спогади членів комісії з розслідування аварії — представників Науково-дослідного та Конструкторського інституту енерготехніки (НІКІЕТ). Щоправда, останні не оформлені в окрему публікацію, а використані, поміж іншого, в статті головного конструктора НІКІЕТ Ю. Черкашова (Черкашов, 1998). З поля зору американського дослідника «випали» й мемуари згаданого М. Караска (Караск, 2014; Караск, 2020), ім'я якого в середовищі ядерних енергетиків напряду пов'язано з аварією 1975 р. (Культ правды, 2024) тощо.

У нашому дослідженні, спираючись на наявні джерела, спробуємо висвітлити причини, передумови, обставини й наслідки аварії на 1-му енергоблоці ЛАЕС. Як для істориків, нам було важливо виокремити соціально-економічні та людські чинники аварії. Зокрема цінним є з'ясування ролі в аварії певних осіб («роль особи в історії»). Ще одним немаловажним завданням, що ставимо перед собою в нашому дослідженні, є висвітлення питання стосовно рівня «культури безпеки» на радянських АЕС, зокрема в частині дотримання вимог Технологічного регламенту (ТР) та інших експлуатаційних документів.

¹ Дмитрієв Віктор Маркович (нар. 1933) – радянський і російський вчений у галузі забезпечення безпеки атомних об'єктів.

² Борець Віталій Іванович – радянський і український інженер-фізик. У 1970-х – на початку 1980-х рр. працював начальником зміни, замначальника цеху налагодження та випробувань на ЧАЕС.

³ Абакумов Віталій Якович – радянський і російський інженер-фізик. Працював на ЛАЕС, Ігналінській АЕС тощо. Згодом професійно займався питаннями ядерної безпеки АЕС. У 1975 р. під час аварії на ЛАЕС працював в оперативній зміні на посаді ІУРа – інженера управління реактором.

⁴ Караск Михайло Павлович (1941–2024 рр.) – радянський і російський інженер-енергетик. Працював на військово-промислових ядерних об'єктах в Сибіру, на ЛАЕС та ЧАЕС. З 1973 р по 1989 р. – старший інженер управління реактором (СІУР), начальник зміни ЛАЕС. Під час аварії 1975 р. працював в оперативній зміні на посаді СІУРа.

Мета дослідження – реконструкція й аналіз комплексу питань, що пов'язані з аварією на ЛАЕС у контексті з'ясування передумов чорнобильської катастрофи.

Виклад основного матеріалу. У середині 1960-х рр. урядом СРСР була розроблена масштабна енергетична програма, що мала базуватися на ядерній галузі енергетики. Згідно з програмою передбачалося впродовж кількох п'ятирічок спорудити низку цивільних АЕС із загальною настановною потужністю 100 млн кВт! Здійснити це грандіозне завдання, орієнтуючись лише на водно-водяні енергетичні реактори¹, які мали невелику потужність, було неможливо. Ця обставина стала однією з причин для створення реакторів типу РВПК-1000².

На базі реакторів РВПК проектувалася ціла серія великих атомних електростанцій. Головною з них стала ЛАЕС (Бабенко, 1998, с. 498–499). Вона була побудована за 70 км від історичного центру Ленінграда поруч з містечком Сосновий Бір. На вибір розташування станції вплинули мала населеність місцевості, близькість Фінської затоки, вода якої була потрібна для охолодження реакторів, а також наявність розвинених залізничних та автомобільних шляхів сполучення (Ленинградская АЭС, б/р.).

Першим директором ЛАЕС став В. Муравйов. Він мав великий досвід організаторської роботи, зокрема в будівництві та введенні до експлуатації ядерних об'єктів Мінсередмашу, які розташовано на Уралі та в Сибіру. Звідти він підтягнув на ЛАЕС основні професійні кадри. Всі, хто його знав як спеціаліста й людину, відгукуються про нього напрочуд позитивно (Кулов, 1998, с. 191; Секач, 1998, с. 485; Зинченко, 1998, с. 375). Також досвідченим спеціалістом і організатором був А. Єперін, якого було призначено головним інженером станції в 1971 р. Він був з-поміж спеціалістів, які працювали з В. Муравйовим в східних регіонах СРСР (Кулов, 1998, с. 191). А. Єперін, зокрема, тривалий час працював на ядерних енергетичних реакторах у Томської області, де вперше у світі було збудовано та введено в дію промислову атомну електростанцію (Зинченко, 1998, с. 375). За спогадами підлеглих головний інженер стосовно виконання професійних обов'язків був нещадним до себе і до людей (Белянин, 1998, с. 230).

На 1973 р., коли було запущено енергоблок №1, АЕС являла собою взірць новітніх технологій СРСР. Зокрема тут було впроваджено нові системи управління та захисту, безпеки, вимірювальні прилади тощо (Баранцев, 1998, с. 347). Як свідчить у спогадах Є. Кулов (на той час заступник начальника Главатоменерго), на ЛАЕС багато робилося вперше у світовій практиці (Кулов, 1998, с. 191). Вперше приймалося й впроваджувалося багато технічних рішень – передусім стосовно пускових та налагоджувальних робіт, які випробувалися на системах та об'єктах ЛАЕС (Тверье, 1998, с. 342). В цілому перший та другий енергоблоки стали експериментальними (Белянин, 1998, с. 196, с. 214). Особливо своєрідним випробувальним стендом став 1-й енергоблок, на якому відпрацьовувалися та вдосконалювалися системи управління та безпеки для інших енергоблоків подібного типу (Бабенко, 1998, с. 498). В 1972 р. з цього приводу науковий керівник проекту ЛАЕС, академік А. Александров, звертаючись до учасників спорудження станції заявив: «Нам потрібно якнайшвидше введення станції до роботи, щоб перевірити правильність наших фізичних розрахунків, конструкторських та проектних рішень, виправити та врахувати всі недоліки у наміченій широкій програмі будівництва атомних електростанцій з урахуванням РВПК. Досвід роботи 1-го блоку потрібен для якнайшвидшої перевірки, чи піде у нас ця справа, щоб ухвалити важливе державне рішення» (Белянин, 1998, с. 196–197). Передусім результатом успішної експлуатації цього енергоблоку мав бути запуск у серію енергоблоків з реакторами РВПК (Черкашов, 1998, с. 78).

Працівники ЛАЕС згадують, що на станції постійно проводилися програмні експерименти (Шевченко, 1998), зокрема з вивчення поведінки активної зони реактора (Белянин, 1998, с. 218–219). Персонал, який мав експлуатувати головний енергоблок з реактором РВПК, перевіряв практично всі рішення, закладені в проектному завданні (Лемберг, 1998, с. 326). Головний конструктор М. Доллежалъ визнавав: «Фахівці-експлуатаційники допомогли внести корективи до багатьох технологічних систем Ленінградської АЕС. [...] Багато чого з того, що було ними підказано конструкторам та проектантам, увійшло і до проектів наступних енергоблоків ЛАЕС та інших станцій, які були оснащено реакторами РВПК» (Рендель, 1998, с. 38).

Один з перших начальників зміни станції (НЗС) Л. Белянин свідчить: «У ході будівництва, монтажу, налагодження ухвалили 2500 технічних рішень, що змінили початкові задуми Головного проектанта, Головного конструктора та Наукового керівника» (Белянин, 1998, с. 239). Інший НЗС і голова технологічної групи О. Карпов доповнює цю інформацію ще й іншими

¹ Водно-водяний енергетичний реактор (ВВЕР) – водно-водяний корпусний енергетичний ядерний реактор з водою під тиском, представник однієї з найбільш вдалих гілок розвитку ядерних енергетичних установок, що набули широкого поширення у світі.

² РВПК-1000 (реактор великої потужності каналний) – уран-графітовий ядерний реактор каналного типу на теплових нейтронах потужністю 1 тисяча МВт. Теплоносій – кипляча вода.

фактами. Так, він уточнює, що з 250 систем які довелося переробляти на стадіях проектування, виготовлення, будівництва та монтажу зазнали певного удосконалення практично всі (Карпов, 1998, с. 305–306). Врешті, конструктор і фізик-програміст НІКІЕТ О. Румянцев у своїх спогадах стверджує, що у 1972–1974 рр. на ЛАЕС було прораховано також і багато сценаріїв поведінки реактора для різних рівнів потужності та різних складів активних зон (Румянцев, 2009). Була навіть створена спеціальна «аварійна» комісія. Інженери, які входили до її складу, як згадує той же О. Карпов, розглядали всі можливі ситуації, що могли виникнути під час експлуатації й спільно шукали, як уникнути цих ситуацій (Карпов, 1998, с. 310–311). Дуже важливою справою було створення головного документу станції – ТР з експлуатації енергоблока. Для його розробки також була створена спеціальна робоча група. Її очолив, згаданий вище, О. Карпов (Черкашов, 1998, с. 114).

Проте, радянські експерти, які підготували у 1991 р. доповідь Міжнародної консультативної групи з ядерної безпеки, вказували, що серйозні конструкторські недоробки переслідували РВПК із самого початку (Чернобыльская авария, 1993, с. 37–38). Наприклад, член спеціальної комісії з розслідування (СКР) причин й обставин аварії на ЛАЕС у 1975 р., теплофізик з Інституту атомної енергетики ім. І. Курчатова В. Федуленко, значно пізніше зазначав, що ще до самої аварії під час різних експериментів виявилось таке потенційно аварійне явище: «[...] у перехідних режимах при виході на потужність, близьку до номінальної, чітко фіксувалася ксенонова нестійкість поля енерговиділення по висоті активної зони, яке з періодом 23-25 годин перекошувалося зверху вниз і назад» (Федуленко, 2021). До всього цього потенційна можливість аварії посилювалася ще й *соціально-економічними та людськими чинниками*¹.

Суттєвим у світлі аварії 1975 р. є факт, що до початку пуску першого енергоблоку, за свідченням завкадрів ЛАЕС М. Зинченка, персонал станції на три чверті становили досвідчені професіонали. Навіть керівництво Міністерства середнього машинобудування СРСР (МСМ, Мінсередмаш) зазначало, що до цього жоден пусковий об'єкт у його системі не мав такого високого про шарку досвідчених фахівців (Зинченко, 1998, с. 377–378). А, від професійних якостей персоналу, зокрема, оперативної зміни, що управляла реакторною установкою, залежала й коректна робота реактора.

Л. Белянін справедливо стверджував, що чергова оперативна зміна – повновладний технологічний господар станції. Автоматичні системи були тоді ще не відпрацьовані й не налаштовані як слід, й тому від вміння персоналу залежало чимало. Але, за його свідченням, інженери, які стояли за пультом БЩУ², не в змозі були «перетравити» величезну кількість інформації, що поступала від різних систем, а отже, і прийняти правильне рішення. Особливо це важко було зробити під час перехідних режимів при пуску й зупинці (Белянин, 1998, с. 229). Тоді реактор працював на малій потужності й системи, призначені для виявлення реактивності активної зони, виявилися ненадійними. Оператори ставали майже сліпими до того, що відбувається в активній зоні й визначали рівень реактивності за допомогою «досвіду та інтуїції» (Гіг'інботам, 2021, с. 42–43).

Відтак, «[...] настала серія відмов у роботі обладнання, нещасні випадки, зупинки, ядерно-небезпечні ситуації, які вони не в змозі були передбачати» (Белянин, 1998, с. 229). На думку спеціалістів виняткова складність управління РВПК і стала однією з причин аварії 3-го рівня за міжнародною шкалою ядерних подій (Кузнецов, 2006, с. 487). Утім деякі експерти, зокрема В. Абакумов, стверджують, що якби персонал станції строго дотримувався вимог ТР, то ніяких серйозних аварій не було б. Адже, саме під час такого чергового порушення й сталася аварія (Абакумов, 2013).

Отже, на момент аварії фактично ще йшли натурні випробування реактора (Старостин, 2021). Сама аварія сталася у ніч проти 30 листопада 1975 р. Оперативна зміна БЩУ займалася виведенням у ремонт однієї з двох турбін 1-го енергоблока ЛАЕС. Кількісно на БЩУ було тоді 5 операторів (згідно з В. Абакумовим): заступник начальника зміни станції (ЗНЗС), старший інженер управління ректором (СІУР)³, старший інженер управління турбіною (СІУТ), старший інженер управління реактором та турбіною (СІУРТ) й інженер управління реактором (ІУР). Співробітники зміни поступово розвантажили турбіну до нульової потужності. Потужність реактора знизили до 50% від номіналу. Далі необхідно було відключити турбогенератор (ТГ) від мережі. Але СІУТ помилився і відключив не розвантажений генератор, а той, що працював на

¹ Тут і далі, як в нашому тексті, так і в цитатах, *курсив* авторів статті.

² Блоковий щит управління реактором (БЩУ) – центр управління енергоблоком АЕС – основний пост, призначений для оперативного управління енергоблоком у всіх режимах його роботи (пуску, роботи на потужності, зупину, аварійних режимах). На ньому розміщені робочі місця операторів блоку.

³ Старший інженер управління реактором (СІУР) – особа, що безпосередньо відповідає за активну зону реактора та режим його роботи.

повній потужності. Спрацював захист турбіни, а слідом і аварійний захист реактора 5-го роду¹ (АЗ-5). Реактор було заглушено (Карраск, 2020, с. 92). Почалося отруєння реактора ксеноном² й оператори стали перед вибором: або виводити реактор на повну потужність, або дозволити йому зупинитися повністю (Ливербарроу, 2019, с. 24).

Далі опис аварії викладемо за публікаціями В. Абакумова, який в цій зміні виконував роботу ІУР. Усвідомивши помилку та провину персоналу, ЗНЗС дав команду якнайшвидше повернути до роботи помилково відключений ТГ. Попри всі зусилля персоналу зміни до моменту, коли було розпочато виведення реактора на мінімально контрольований рівень потужності (МКУ) та наступний набір потужності для навантаження ТГ, отруєння реактора досягає неприпустимої величини. Окрім того, оперативний запас реактивності³ (ОЗР) знижується нижче встановленої регламентом величини, тобто – менше ніж 8 стрижнів ручного регулювання (РР) на мінімально контрольованому рівні потужності, тому при виході на цей рівень потужності треба було витягти з реактора практично всі стрижні РР.

ЗНЗС і СІУР без вагань йдуть на порушення ТР, прагнучи мінімізувати наслідки помилки оператора та *відпрацювати домінують установку того часу на пріоритет плану з вироблення електроенергії* (Абакумов, 2013). Зауважимо, що за свідченням тогочасних фахівців атомної енергетики зупинка станції через аварію, скажімо, на дві години могла обернутися втратою понад мільйон кВт-год електроенергії (Киселев, 2003, с. 86). Відтак, не дивно, що подібні порушення були на ЛАЕС звичною практикою. Специфічність поточної ситуації полягала у майже повній відсутності ОЗР та, відповідно, органів регулювання енергорозподільною системою реактора під час МКУ та вище (Абакумов, 2013).

М. Карраск (а саме він був цим СІУРом) із 2-ї спроби запускає ТГ. Однак, при тотальному отруєнні активної зони реактора та відсутності засобів впливу на реактивність (адже всі стрижні вилучені), СІУР вдалося вивести реактор на МКУ не загалом, але тільки обмеженою (локальною) областю, що буда дотична до технологічного каналу⁴ (ТК) за номером 13-33. Поза цією областю активна зона залишалася «отруєною». Подальше швидке енергетичне навантаження цієї локальної області та непередбачуване протікання процесів роз-отруєвання, й призвело до ядерної аварії внаслідок масового руйнування оболонки тепловидільних елементів⁵ (ТВЕЛ) за фактом досягнення пограничних лінійних навантажень. У районі зруйнованого ТК 13-33 спрацювала сигналізація вологості графітової кладки реактора. Тоді М. Карраск негайно зупинив реактор за допомогою АЗ-5 (Абакумов, 2013).

Внаслідок аварії луснула труба ТК 13-33 і під сотню тепловидільних збірок⁶ (ТВЗ) із цього району було вивантажено через негерметичність. Через пошкодження в трубі ТК 13-33 брудна контурна вода ринула в графітову кладку реактора, осаджуючи і накопичуючи в ній високоактивні фрагменти опроміненого ядерного палива (Абакумов, 2024а). У результаті на навколишню територію, на місто і населення без будь-якого повідомлення була скинута значна маса радіонуклідів (Абакумов, 2013). Забруднення торкнулося Ленінградської області й країн Скандинавського п-ва. Оцінки загальної радіоактивності є дискусійними. Згідно з дослідником цього питання О. Старостіним вони коливаються в діапазоні від 137 тис. до 1,5 мл. Кюрі (Старостин, 2009).

Підкреслюючи особистий людський фактор в аварії В. Абакумов вказує, що до аварії і після неї СІУРи найрізноманітнішої кваліфікації багато разів виводили, навантажували, розвантажували той самий реактор, працювали на малих рівнях потужності, але аварій не було. Відзначився лише М. Карраск. Згідно В. Абакумову він «[...] надто швидко виводив отруєний «кривий» реактор на МКУ та брав навантаження. Система захисту від перекосів радіального

¹ Аварійний захист п'ятого роду (АЗ-5) – скидання всіх стрижнів управління, зупинка ланцюгової реакції.

² Ксенонове отруєння реактора або йодна яма – це стан, при якому в реакторі у великих кількостях утворюється йод-135 або ксенон-135, у результаті чого оператори змушені знижувати ОЗР (тобто збільшувати кількість вилучених стрижнів) для підтримки реакції, і вихід реактора на проектну потужність протягом 1-2 діб стає практично неможливим.

³ Оперативний запас реактивності (ОЗР) – число стрижнів, що знаходяться в межах активної зони реактора під час його роботи.

⁴ Технологічний канал (ТК) – основний вузол активної зони реактора РВПК. ТК призначений для організації потоку пароводяної суміші – теплоносія в реакторі, і для розміщення в них ТВЗ з ТВЕЛами.

⁵ Тепловиділяючі елементи (ТВЕЛ) – головний конструктивний елемент активної зони ядерного реактора, в якому знаходиться ядерне паливо. Для зручності обслуговування та заміни, ТВЕЛі зібрані у ТВЗи.

⁶ Тепловидільна збірка (ТВЗ) – збірка, набір ТВЕЛів, зібраних в організовану пачку для спрощення обліку та переміщення атомного палива в реакторі.

.....
поля енерговиділення не давала підняти потужність і він обдував її скрутивши коректорами струми бічних іонізаційних камер» (Абакумов, 2020b). За словами досвідчених НЗС, М. Карраск занадто швидко «тягнув» електроенергію (Абакумов, 2013). «Трюк» СІУРа з іонізаційними камерами згодом виявили члени спеціальної комісії МСМ з розслідування аварії. Це були співробітники НІКІЕТ – Анатолій Петров, Володимир Борщев та Вячеслав Василевський. У своїх спогадах вони вказують на ці «рукотворні» обставини аварії, хоча по іменах нікого не називають (Черкашин, 1998, с. 130–131).

Згідно аналізу В. Абакумова, саме М. Карраск «[...] своїми діями увігнав реактор у неприпустимий, ніким і ніколи не прорахований та недокументований режим енергетичної роботи великого отруєного реактора» (Абакумов, 2020b). В цьому провина також лежить і на ЗНСС, який командував СІУР-ом. Вони порушили основні вимоги ТР. Загалом, вся оперативна зміна БЦУ, «[...] щоб не втратити премію, стала колективно порушувати регламент і «героїчно» «витягувати» апарат на потужність [...]» (Абакумов, 2019).

Утім, не лише особистий чинник грав роль в аварії, але, як уже зазначалося, й соціально-економічний. Радянські експерти-ядерники в 1991 р. стверджували: «*Пріоритет економічних факторів та виробництва електроенергії на практиці був і досі є визначальним принципом діяльності атомної енергетики. Виходячи саме з цього принципу, сформульовано чинну досі на більшості АЕС таку систему стимулів і покарань експлуатаційного персоналу, яка при виникненні розбіжностей між економікою (планом) та безпекою спонукає експлуатаційний персонал вирішувати його не на користь останньої*» (Чернобыльская авария, 1993, с. 102). За спогадами одного із тодішніх співробітників ЛАЕС, М. Карраск та інші оперативники зміни боялися начальства, яке покарало б їх за те, що вони відключили реактор. Відтак, вони «намагалися вислужитися» (Гость, 2019).

За свідченням В. Абакумова, саме головний інженер ЛАЕС А. Єперін сформував на станції робочу атмосферу пріоритету плану, за рахунок прийнятних, як тоді здавалося, порушень вимог ТР. Втім, А. Єперін звичайно не був ініціатором гонитви за кВт-год. Він так само виконував вказівки зверху. Адже, подібна політика, як зазначалось вище, проводилась на всіх радянських АЕС. Відтак, СІУР «сумлінно та майстерно» виконав дані вказівки (Абакумов, 2013). Звернемо увагу на одне важливе спостереження В. Абакумова стосовно майстерності М. Карраска: «*Хоч як це парадоксально, але саме майстерність М. П. Караска, як оператора, і призвела до ядерної аварії, адже інші СІУРи, вважаю, просто не змогли б вивести реактор на МКУ за практично повної відсутності засобів впливу на реактивність*» (Абакумов, 2013). Це спостереження підкреслює ключову роль цього СІУРа в цій історії, а в перспективі – і в передісторії Чорнобиля.

У середовищі відповідних експертів вже давно панує думка, що прямі причини аварій/аварійних ситуацій на радянських АЕС детерміновані низькою «культури безпеки». Це виявилось і на стадії експлуатації, і на стадії розробки, і сфері адміністративного управління (Сидоренко, 2002, с. 11) тощо. Одним з ключових факторів у площині низької «культури безпеки» на етапі експлуатації є порушення персоналом певної АЕС технологічного регламенту та інших інструкцій. У ситуаціях з недосконалим реактором РВПК потрібно було строго дотримуватися вимог ТР, щоб уникнути потенційного створення аварійної ситуації. Зауважимо, у зв'язку з цим, що одна з причин аварії на ЧАЕС – це саме порушення ТР.

Дуже досвідчений спеціаліст у галузі атомної енергетики, заступник міністра МСМ О. Мешков у телефонічній розмові (відбувалася у вечері 26 квітня 1986 р.) з тодішнім директором ЛАЕС М. Луконіним, перше, що сказав своєму візаві: «*Дотримуйтесь Технологічного регламенту. Вся річ у цьому*» (Козлова, 2013, с. 97). До речі, сам М. Луконін, який в 1976 р. заступив на посаді директора ЛАЕС В. Муравйова, висловлювався стосовно важливості дотримання норм ТР так: «[...] інженери реакторів кажуть, що кожен пункт цього Регламенту був написаний кров'ю» (Козлова, 2013, с. 97). Загалом за спостереженнями експертів «культура безпеки» тоді ще перебувала у зародковому стані. У більш-менш закінченому вигляді вона оформилася значно пізніше, як результат здобуття уроків Чорнобиля (Абакумов, 2024с).

Після аварії 1975 р. Мінсередмашем було створено спеціальну комісію з розслідування причин та обставин події. Важливий свідок роботи комісії, який поки що залишається анонімним стверджує, що *багато важливих нюансів роботи реактора до аварії приховалися від СКР* (Гость, 2019). Відтак можемо припустити, що висновки комісії за результатами розслідування були не зовсім адекватні проблемам аварійності реактора.

Зловісна подія 1975 р. сталася в епоху суворої закритості стосовно розголошення подібних інцидентів. До того ж ЛАЕС, на відміну від інших станцій, перебувала у віданні МСМ, а не Міненерго. Мінсередмаш відповідало за програму ядерних озброєнь і було настільки секретне, що сама його назва була скорочена, зашифрована, щоб стримати непотрібну цікавість (Сидоренко, 2002, с. 219). Майже у всіх випадках факти аварій чи аварійних ситуацій не

ставали відомими широкому загалу та ЗМІ. Як правило, про них знало вузьке коло осіб: посвячені з владних інстанцій та працівники певної станції, де сталася подія (Зсаулов, 2004).

Відтак розслідування комісією МСМ відбувалося як внутрішньовідомче. А це не передбачало доведення інформації про причини та пропонувані заходи щодо запобігання аналогічним ситуаціям до широкого кола фахівців. Представники Міненерго, які вже готувалися до початку експлуатації таких же реакторів на Курській АЕС та ЧАЕС, не були допущені не те що до участі в розслідуванні, але навіть до ознайомлення з матеріалами розслідування (Дмитриєв, б/р). Прикметно, що коли відразу після аварії (наступного дня) стажист з ЧАЕС В. Борець прийшов на БЦУ, то він не зміг ознайомитися із записами в оперативному журналі НЗС щодо обставин аварії. Причиною була заборона директора ЛАЕС ділитися такою інформацією з працівниками Міненерго (Борець, 2009). Згідно з дослідженням А. Гіг'інботама, аварію на ЛАЕС сховали, а співробітникам інших АЕС не повідомили про її справжні причини (Гіг'інботам, 2021, с. 43).

Фактом є те, що якби з аварії на ЛАЕС 1975 р. були б зроблені правильні висновки й все було б відкрито, то трагедії Чорнобиля, можливо, не сталося б (Культ правды, 2024). Прикметно, що висновки СКР дотепер не оприлюднено, а в фаховій літературі подаються лише перекази рекомендацій комісії стосовно удосконалення РВПК, та й то в інваріантах. Офіційною причиною СКР оголосило руйнування ТК через нібито заводський дефект (Авария на блоке №1, б/р). Згідно з дослідженням О. Старостіна, за підсумками розслідування аварії було проведено серйозну модернізацію початкового проєкту реактора РВПК – збільшено кількість стрижнів РР системи управління і захисту (СУЗ), введено системи локального автоматичного регулювання та локального автоматичного захисту, обмежено мінімальний ОЗР 15 стрижнями тощо. Все це було закріплено в ТР (Старостин, 2009).

Стосовно помилок персоналу 1-го енергоблоку ЛАЕС зазначимо, що як і у випадку з Чорнобилем, вина експлуатаційників була очевидна. Однак, на відміну від ЧАЕС, оперативники «аварійної» зміни ЛАЕС серйозно не були покарані. За результатами розслідування цієї аварії експлуатаційний персонал, згідно з В. Дмитрієвим був визнано невинним, а про провину головного конструктора ніхто навіть не заїкався (Дмитриєв, б/р). М. Луконін зауважував, що «[...] інженерів, які, припустимо, спалили технологічний канал [...] ніколи не звільняли, бо, як то кажуть, за битого двох небитих дають» (Козлова, 2013, с. 124). Щоправда догани оголосили В. Муравйову, А. Єперіну, керівникам проєктних інститутів та персоналу оперативної зміни БЦУ. М. Карраск у спогадах жаліється, що замість нагород (адже, на його думку, персонал врятував країну від технологічної катастрофи типу Чорнобиля) вони отримали догани. Далі він похваляється: «Так, ми спалили канал 13-33, але не влаштували «Соснобиль»» (Карраск, 2014). На кваліфіковану думку В. Абакумова великої аварії все ж таки не мусило статися. Й зовсім не завдяки діям персоналу, а завдяки фізиці реактора: «[...] оскільки, на відміну від Чорнобиля, прояв К-ефекту (тобто, кінцевого ефекту) на 1-му блоці ЛАЕС не міг викликати досить великого парового ефекту реактивності» (Абакумов, 2013).

Не дивлячись на аварію, через день після неї, коли ще навіть не була створена СКР, уряд СРСР остаточно схвалив будівництво другої пари реакторів РВПК-1000 для ЧАЕС. Загалом названі реактори пішли в серійне виробництво.

Висновки. Таким чином, з метою виконання масштабної програми забезпечення запитів економіки СРСР дешевою електроенергією була побудована під Ленінградом цивільна АЕС з потужними реакторами типу РВПК-1000. Перший енергоблок з цим реактором (власне, як і сама станція загалом) став головним у серії інших. А відтак він став експериментальним. Проєкт реактора та інших технологічних систем енергоблоку були далекі від досконалості. Процес позбавлення реактора від недоліків, його вдосконалення відбувався під час монтажу й експлуатації, в тому числі за допомогою різних експериментів. На енергоблоці №1 зокрема відпрацьовувалися та вдосконалювалися системи управління та безпеки не лише для ЛАЕС, але і для інших станцій з енергоблоками подібного типу.

Хоча АЕС являла собою взірць новітніх технологій СРСР і на ній було зосереджено найкращі професійні кадри атомної енергетики, але, все ж таки сталася досить серйозна аварія. Згідно з аналізом обставин аварії, що розглянуто нами через призму фахової думки експертів-ядерників, спроба запустити реактор після планового технічного обслуговування закінчилася тим, що він почав виходити з-під контролю. Система захисту АЗ-5 спрацювала, але не встигла припинити ланцюгову реакцію. Результатом стало розплавлення ТК, а відтак зруйнування або пошкодження майже сотні ТВЗ і викид радіації в атмосферу.

Передання правдивої інформації щодо аварії й висновків СКР персоналу інших атомних станцій, які були підпорядковані Міненерго, «вперлося в стіну» закритості «імперії» МСМ. Своєю чергою це стало одним з опосередкованих факторів аварії на ЧАЕС.

Аварія на ЛАЕС 1975 р. виявила серйозні недоліки як реактора РВПК-1000, так і 1-го енергоблоку загалом. Утім головну роль у зловісній події відіграв симбіоз соціально-економічних

та людських чинників. Вони й обумовили виникнення аварії. В першу чергу, чинник який призвів до аварії це системна політика керівництва ЛАЕС і вищих інстанцій щодо вироблення найбільшої кількості електроенергії, нехтуючи правилами безпеки. Саме виконуючи цю домінуючу установку оператори 1-го енергоблока пішли на чергове порушення експлуатаційних інструкцій, зокрема ТР, що врешті й призвело до аварії. Парадоксальним ключовим людським фактором у створенні аварії була майстерність СІУРа М. Карраска, адже інші інженери просто не в змозі були створити аварію, навіть порушуючи інструкції.

Для співробітників ЛАЕС пріоритет плану з вироблення електроенергії узяв верх над ТР і над безпечною роботою реактора. Взагалі на прикладі цієї аварії можна підтвердити розповсюджений у фаховій літературі висновок щодо низького рівня «культури безпеки» на радянських АЕС. Таке системне відношення до вимог ТР і нормативної безпеки загалом урешті й привело радянську атомну енергетику до Чорнобильської катастрофи. Хоча наслідки ядерної аварії 30 листопада 1975 р. для населення і природного середовища були незначними, проте, аварія як відображення системних проблем атомної енергетики СРСР була провісником Чорнобиля й має вагоме значення для розуміння його передумов.

У перспективі досліджень важливо було б реконструювати роботу СКР, зокрема з'ясувати її персональний склад, розкрити питання стосовно обставин роботи комісії й зовнішніх впливів на неї тощо.

Подяка. Висловлюємо щирю вдячність за сприятливі умови для виконання нашого дослідження керівництву Інституту історії України НАН України.

Фінансування. Автори не отримали фінансової підтримки для дослідження та публікації цієї статті.

Джерела та література:

- [Гость]. (2019). Комментарий от 28/12/2019. *Караск М. П. Инцидент на Ленинградской атомной электростанции в 1975 году.* [10/12/2019]. Агентство «ПРОАтом». URL: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2
- Marples, David R.** (1986). *Chernobyl and Nuclear Power in the USSR.* New York: St. Martin's Press, 228 p.
- Абакумов, В.** (2019). Комментарий от 12/12/2019. *Караск М. П. Инцидент на Ленинградской атомной электростанции в 1975 году.* [10/12/2019]. Агентство «ПРОАтом». URL: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2
- Абакумов, В.** (2020a). Комментарий от 03/06/2020. *Караск М. П. Инцидент на Ленинградской атомной электростанции в 1975 году.* [10/12/2019]. Агентство «ПРОАтом». URL.: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2
- Абакумов, В.** (2020b). Комментарий от 04/06/2020. *Караск М. П. Инцидент на Ленинградской атомной электростанции в 1975 году.* [10/12/2019]. Агентство «ПРОАтом». URL: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2
- Абакумов, В. А.** (2013). Анализ причин и обстоятельств аварии 1975 года на 1-м блоке ЛАЭС (комментарий инженера-физика, участника и очевидца события от 10/04/2013). *Сайт В. М. Дмитриева «Причины Чернобыльской аварии известны».* URL: <http://accident.ru/Accid75.html>
- Абакумов, В. А.** (2024a). Комментарий от 15/08/2024. *Ушел из жизни ликвидатор и атомщик Михаил Павлович Карраск* [Некролог. 01/08/2024]. Агентство «ПРОАтом». URL: <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&thold=-1&mode=flat&order=1&sid=11076#215503>
- Абакумов, В. А.** (2024b). Комментарий от 02/09/2024. *Ушел из жизни ликвидатор и атомщик Михаил Павлович Карраск* [Некролог. 01/08/2024]. Агентство «ПРОАтом». URL: <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&thold=-1&mode=flat&order=1&sid=11076#215503>
- Абакумов, В. А.** (2024c). Комментарий от 04/09/2024. *Ушел из жизни ликвидатор и атомщик Михаил Павлович Карраск* [Некролог. 01/08/2024]. Агентство «ПРОАтом». URL: <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&thold=-1&mode=flat&order=1&sid=11076#215503>
- Авария на блоке №1** Ленинградской АЭС (СССР), связанная с разрушением технологического канала. *Информ. портал «Радиационная безопасность населения РФ».* URL: http://rb.mchs.gov.ru/mchs/radiation_accidents/m_other_accidents/1975_god/Avarija_na_bloke_1_Leningradskoj_AJES_SS

- Бабенко, Н.А.** (1998). Четверть века на службе отечеству. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 498–508.
- Баранцев, А. Н.** (1998). Начало. Как это было. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 345–370.
- Белянин, Л. В.** (1998). 1973 год, день за днем. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 95–243.
- Борець, В. И.** (2009). Как готовился взрыв Чернобыля [Воспоминания]. *FX-платформа: Истина рядом*. Реж. дост.: <https://avtolik.at.ua/publ/11-1-0-32>
- Гігінботам, А.** (2021). *Опівночі в Чорнобилі: історія катастрофи*: пер. з англ. (Г. Стативка (пер.); В. Чебанова (ред.)). Київ: Альпіна Паблішер, 564 с.
- Дмитриев, В. М.** Авария на ЛАЭС 75 г. *Сайт В.М. Дмитриева «Причины Чернобыльской аварии известны»*. URL: <http://accident.ru/LAES75.html>
- Зинченко, Н. Г.** (1998). Кадры решают все! *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 375–380.
- Карпов, О. В.** (1998). Творение из стали и бетона. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 304–311.
- Карраск, М.П.** (2014). Сибиряки и атомная энергетика. [Воспоминания]. «История Росатома». *Информ. портал*. URL: https://memory.biblioatom.ru/persons/karrask_sk_m_p/karrask/
- Карраск, М.П.** (2020). Инцидент на Ленинградской атомной электростанции в 1975 году. *Валерий Легасов: Высвечено Чернобылем*. Авт. – сост. Соловьев С. М. и др. Москва: АСТ, 92–93.
- Киселев, А. А.** (2003). *Кольской атомной – 30. Страницы истории*. Мурманск: Рекламная полиграфия, 313 с.
- Козлова, Е.А.** (2013). *Николай Федорович Луконин. На службе у атома*. Москва: ИздАт, 208 с.
- Кузнецов, В. М.** (2006). Исторические уроки радиационной катастрофы на Чернобыльской АЭС. *К 20-летию чернобыльской катастрофы: мат-лы круглого стола. Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова. Год. науч. конф-ция, 2006*. Москва: Анонс Медиа, 486–488.
- Кулов, Е. В.** (1998). Жаркий месяц сентябрь. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 191–193.
- Культ правды** (2024). Культ правды. ЛАЭС, БЩУ 1 блока. 30 ноября 1975 г. (От редакции www.proatom.ru). *Агентство «ПРОАтом»*. URL: <https://www.proatom.ru/files/as213.pdf>
- Лебедев, В. И. (ред.), Белянин Л. А. (сост.)**. (1998). *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 624 с.
- Лемберг, О. М.** (1998). О том, что не забыть... *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 325–332.
- Ленинградская АЭС. «История Росатома».** *Информ. портал*. URL: <https://www.biblioatom.ru/core-systems/nuclear-power-plants/leningradskaya-aes/>
- Ливербарроу, Э.** (2019). Чернобыль. 01:23:40: пер. с англ. (Г. Л. Григорьев (пер.)). Москва: Издательство АСТ. 224 с.
- Рендель К. (сост.)**. (1998). Первым всегда труднее. Интервью с Н. А. Доллежалем. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 31–43.
- Румянцев, А. Н.** (2009). Чернобыль в 2009 году. *Сайт В.М. Дмитриева «Причины Чернобыльской аварии известны»*. Реж. дост.: <http://accident.ru/memo/Rumjantsev.html>
- Секач, А. Е.** (1998). Гимн металлу. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 485–488.
- Сидоренко, В. А. (ред.)**. (2002). *История атомной энергетики Советского Союза и России. Вып. 4: Уроки аварии на Чернобыльской АЭС*. Москва: ИздАТ, 544 с.
- Старостин, А.** (2021). Чернобыль. Ч.3. Терминологическая справка и суть рокового эксперимента. *Информ. портал «Хабр»*. URL: <https://habr.com/ru/articles/556196/>
- Тверье, В. М.** (1998). Участники тех далеких событий. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 341–343.
- Федуленко, В.М.** (2021). Чернобыль: трагедия, фарс и урок. *Сайт «Teletype»*: @chernobyl_archive. URL: https://teletype.in/@chernobyl_archive/fedulenko#Uxv2
- Черкашов, Ю. М.** (1998). Разработка проекта реактора РБМК-1000 и его создание. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 44–138.
- Чернобыльская авария** (1993). *Чернобыльская авария: Дополнение к INSAG-1: INSAG-7. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности*. Вена: МАГАТЭ, 148 с.

-
- Шевченко, В. Г.** (1998). Соло с большим оркестром эксплуатационников. *Ленинградская АЭС. Годы, события, люди: сб. ст.* Москва: Энергоатомиздат, 425–434.
- Эсаулов, А.** (2004). Это горькое слово Чернобыль. (Записки зампреда из города, которого нет). *Портал Проза. ру.* Реж. дост.: <https://proza.ru/2004/06/10-114>
- Юсов, С.** (2022). Чернобыльська АЕС: програмування катастрофи. *Українське суспільство в 1960–1980-х рр. Істор. нариси.* Відп. ред. В. Даниленко. Київ: Інститут історії України НАН України, 684–706.

References:

- Abakumov, V. A.** (2013). Analiz prichin i obstojatel'stv avarii 1975 goda na 1-m bloke LAJeS (kommentarij inzhenera-fizika, uchastnika i ochevidca sobytija). [Analysis of the causes and circumstances of the 1975 accident at the 1st unit of the Leningrad Nuclear Power Plant (commentary by an engineer-physicist, participant and eyewitness of the event from)]. *Prichiny Chernobyl'skoj avarii izvestny. [The causes of Chernobyl accident are know]*. Retrieved from: <http://accidont.ru/Accid75.html> [in Russian].
- Abakumov, V.** (03/06/2020). Kommentarij. [Comment]. *Karassk M. P. Incident na Leningradskoj atomnoj jelektrostantsii v 1975 godu. Agentstvo «PRoAtom».* Retrieved from: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2 [in Russian].
- Abakumov, V.** (04/06/2020). Kommentarij. [Comment]. *Karassk M. P. Incident na Leningradskoj atomnoj jelektrostantsii v 1975 godu. Agentstvo «PRoAtom».* Retrieved from: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2 [in Russian].
- Abakumov, V.** (12/12/2019). Kommentarij. [Comment]. *Karassk M. P. Incident na Leningradskoj atomnoj jelektrostantsii v 1975 godu. [10/12/2019]. Agentstvo «PRoAtom».* Retrieved from: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2 [in Russian].
- Abakumov, V. A.** (02/09/2024). Kommentarij. [Comment]. *Ushel iz zhizni likvidator i atomshhik Mihail Pavlovich Karrask. Agentstvo «PRoAtom».* Retrieved from: <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&thold=-1&mode=flat&order=1&sid=11076#215503> [in Russian].
- Abakumov, V. A.** (04/09/2024). Kommentarij. [Comment]. *Ushel iz zhizni likvidator i atomshhik Mihail Pavlovich Karrask. Agentstvo «PRoAtom».* Retrieved from: <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&thold=-1&mode=flat&order=1&sid=11076#215503> [in Russian].
- Abakumov, V. A.** (15/08/2024). Kommentarij. [Comment]. *Ushel iz zhizni likvidator i atomshhik Mihail Pavlovich Karrask. Agentstvo «PRoAtom».* Retrieved from:
- Avarija na bloke №1** Leningradskoj AJeS (SSSR), svjazannaja s razrusheniem tehnologicheskogo kanala. [Accident at Unit 1 of the Leningrad Nuclear Power Plant (USSR) associated with the destruction of a technological channel]. *Inform. portal «Radiacionnaja bezopasnost' naselenija Rossijskoj Federacii».* Retrieved from: http://rb.mchs.gov.ru/mchs/radiation_accidents/m_other_accidents/1975_god/Avarija_na_bloke_1_Leningradskoj_AJES_SS [in Russian].
- Babenko, N.A.** (1998). Chetvert' veka na sluzhbe otechestvu. [A quarter of a century in the service of the fatherland]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi.* 498–508. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Barancev, A.N.** (1998). Nachalo. Kak jeto bylo. [The Beginning. How it was]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi.* 345–370. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Beljanin, L.V.** (1998). 1973 god, den' za dnem. [1973, day by day]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi.* 195–243. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Borec, V. I.** (2019). Kak gotovilsja vzryv Chernobylja. [How the Chernobyl explosion was prepared]. *FX-platforma: Istina rjedom.* Retrieved from: <https://avtolik.at.ua/publ/11-1-0-32>
- Cherkashov, Ju. M.** (1998). Razrabotka proekta reaktora RBMK-1000 i ego sozdanie. [Development of the RBMK-1000 reactor design and its creation]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi.* 44–138. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Chernobyl'skaja avarija** (1993). *Chernobyl'skaja avarija: Dopolnenie k INSAG-1: INSAG-7. Doklad Mezhdunarodnoj konsul'tativnoj grupy po jadernoj bezopasnosti. [The Chernobyl Accident: Supplement to INSAG-1: INSAG-7. Report of the International Nuclear Safety Advisory Group]*. Vena: IAEA, 148 p. [in Russian].
- Dmitriev, V. M.** Avarija na LAJeS 75 g. [Accident at the Leningrad NPP (LNPP) in 1975.] *Prichiny Chernobyl'skoj avarii izvestny. [The causes of Chernobyl accident are know]*. Retrieved from: <http://accidont.ru/LAES75.html> [in Russian].

- Fedulenko, V. M.** (2021). Chernobyl': tragedija, fars i urok. [Chernobyl: Tragedy, Farce and Lesson]. *Teletype: @chernobyl_archive*. Retrieved from: https://teletype.in/@chernobyl_archive/fedulenko#Uxv2 [in Russian].
- Gost'**. (28/12/2019). Kommentarij. [Comment]. *Karassk M. P. Incident na Leningradskoj atomnoj jelektrostantsii v 1975 godu. Agentstvo «PRoAtom»*. Retrieved from: https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8916#_ftn2 [in Russian].
- Higginbotam, A.** (2021). *Opivnochi v Chornobyli: istoriia katastrofy*: per. s angl. (H. Statyvka, trans.; V. Chebanova, ed). [Midnight in Chernobyl: The Untold Story of the Worlds Greatest Nuclear Disaster]. Kyiv: Al'pina Pablishe, 564 p. [in Ukrainian].
- Jesaulov, A.** (2004). Jeto gor'koe slovo Chernobyl'. (Zapiski zampreda iz goroda, kotorogo net). [This bitter word Chernobyl. (Notes of the deputy chairman from the city that does not exist)]. *Portal Proza. ru*. Retrieved from: <https://proza.ru/2004/06/10-114> [in Russian].
- Karpov, O. V.** Tvorenie iz stali i betona. [A creation of steel and concrete]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. (304–311). Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Karrask, M. P.** (2014). Sibirjaki i atomnaja jenergetikaю. [Siberians and Nuclear Energy]. *Istorija Rosatoma. Inform. portal*. Retrieved from: https://memory.biblioatom.ru/persons/karrask_m_p/karrask/ [in Russian].
- Karrask, M. P.** (2020). Incident na Leningradskoj atomnoj jelektrostantsii v 1975 godu. [The 1975 Leningrad Nuclear Power Plant Incident]. *Valerij Legasov: Vysvecheno Chernobylem*. 92–93. Moscow: AST. [in Russian].
- Kiselev, A. A.** (2003). *Kol'skoj atomnoj — 30. Stranicy istorii*. [Kola Nuclear Power Plant – 30. Pages of History]. Murmansk: Reklamnaja poligrafija, 313 p. [in Russian].
- Kozlova, E. A.** (2013). *Nikolaj Fedorovich Lukonin. Na sluzhbe u atoma*. [Nikolay Fedorovich Lukonin. In the service of the atom]. Moscow: Izdat, 208 p. [in Russian].
- Kulov, E. V.** (1998). Zharkij mesjac sentjabr'. [Hot month of September]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. 191–193. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Kul't pravdy.** (2024). Kul't pravdy. LAJeS, BShhU 1 bloka. 30 nojabrja 1975 g. (Ot redakcii www.proatom.ru). [The Cult of Truth. LNPP, Block 1 Control Room. November 30, 1975 (From the editors www.proatom.ru). *Agentstvo «PRoAtom»*. Retrieved from: <https://www.proatom.ru/files/as213.pdf> [in Russian].
- Kuznecov, V. M.** (2006) Istoricheskie uroki radiacionnoj katastrofy na Chernobyl'skoj AJeS. [Historical lessons of the radiation disaster at the Chernobyl NPP]. *K 20-letiju chernobyl'skoj katastrofy: mat-ly kruglogo stola: Institut istorii estestvoznaniija i tehniki im. S. I. Vavilova. God. nauch. konf-cija*. 486–488. Moscow: Anons Media. [in Russian].
- Lebedeva, V.I. (ed.), Beljanin, L. A. (comps.)** (1998). *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. [Leningrad NPP. Years, events, people]. Moscow: Jenergoatomizdat, 624 p. [in Russian].
- Lemberg, O. M.** (1998). O tom, chto ne zabyt'... [About what not to forget...]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. 325–332. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Leningradskaja AJeS.** (n. d.). Leningradskaja AJeS. [Leningrad NPP]. *Istorija Rosatoma. Inform. portal*. Retrieved from: <https://www.biblioatom.ru/core-systems/nuclear-power-plants/leningradskaya-aes/> [in Russian].
- Liverbarrou, Je.** (2019). *Chernobyl'. 01:23:40.*: per. s angl. (G. L. Grigor'ev, trans.). [Chernobyl. 01:23:40]. Moscow: Izdatel'stvo AST. [in Russian].
- Marples, David R.** (1986). *Chernobyl and Nuclear Power in the USSR*. New York: St. Martin's Press, 228 p. [in English].
- Rendel', K.** (1998). Pervym vseгда trudnee. Interv'ju s N. A. Dollezhal'. [It's always harder for the first ones. Interview with N. A. Dollezhal']. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. 31–43. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Rumjancev, A. N.** (2011). Chernobyl' v 2009 godu. [Chernobyl in 2009]. *Prichiny Chernobyl'skoj avarii izvestny*. [The causes of Chernobyl accident are know]. Retrieved from: <http://accident.ru/memo/Rumjantsev.html> [in Russian].
- Sekach, A. E.** (1998). Gimn metallu. [Hymn to Metal]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. 485–488. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Shevchenko, V. G.** (1998). Solo s bol'shim orkestrom jekspluatacionnikov. [Solo with a large orchestra of exploiters]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi*. 425–434. Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Sidorenko, V. A.** (2002). *Istorija atomnoj jenergetiki Sovetskogo Sojuza i Rossii. V. 4: Uroki avarii na Chernobyl'skoj AJeS. (V. 4)*. [History of Nuclear Energy in the Soviet Union and Russia. V. 4: Lessons from the Chernobyl Accident]. Moscow: AST Izdat, 544 p. [in Russian].
- Starostin, A.** (2021). Chernobyl'. Ch.3. Terminologicheskaja spravka i sut' rokovogo jeksperimenta. [Chernobyl. Part 3. Terminological reference and the essence of the fatal experiment]. *Inform. portal «Habr»*. Retrieved from: <https://habr.com/ru/articles/556196/> [in Russian].

-
- Tver'e, V. M.** (1998). Uchastniki teh dalekih sobytij. [Participants of those distant events]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi.* (341–343). Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].
- Yusov, S.** (2022) Chornobil's'ka AES: programuvannja katastrofi. [Chernobyl NPP: Programming Disaster]. *Ukraïns'ke suspil'stvo v 1960–1980-h rr. Istor. narisi. In Danilenko (ed.).* 684–706. Kyiv: Institut istorii Ukraïni NAN Ukraïni. [in Ukrainian].
- Zinchenko, N. G.** (1998). Kadry reshajut vse! [Personnel decides everything!]. *Leningradskaja AJeS. Gody, sobytija, ljudi.* (375–380). Moscow: Jenergoatomizdat. [in Russian].

Надійшла до редакції / Received: 20.10.2024

Схвалено до друку / Accepted: 25.11.2024